N° 1 15 JANVIER 1939

Revue générale des Sciences pures et appliquées

Fondateur : L. OLIVIER (1890-1910).
Directeurs : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924 1937).

Directeur :
R. ANTHONY, Professeur au Muséum national d'Histoire Naturelle.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Docteur Gaston DOIN, 8, place de l'Odéon, Paris
La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

La question de l'immunité anticancéreuse.

Par le Dr H. Hérscovici

L'immunité est la propriété de tout organisme d'être réfractaire à l'assaut des agents pathogènes.

Dans le cancer, cette propriété diffère de celle qu'on rencontre dans les maladies infectieuses. Tout organisme qui supporte une greffe de tissu cancéreux et qui reste exempt de toute prolifération néoplasique est immunisé contre le cancer. L'immunité peut être cellulaire ou humorale; l'une dépend du pouvoir phagocitaire (dont le rôle est très important dans l'immunité naturelle) et l'autre des anticorps du sérum nés sous l'influence d'un antigène au réactogène.

L'immunité naturelle serait l'apanage de la race ou de l'espèce (*in vitro* le sérum normal détruit les cellules cancéreuses) et, l'immunité acquise, élaborée pendant l'atteinte de l'organisme par les agents pathogènes (où la phagocytose se surajoute peut-être au mécanisme spécifique d'immunité ou d'intolérance) (Tzanck).

Les infections déterminent la grande différence entre l'immunité innée et celle acquise. Selon Rubens et Duval, les protéines, spécialement les globulines, favorisent les phénomènes spécifiques de l'immunité. Les globulines interviendraient dans l'immunité anticancéreuse, qui diffère suivant la néoplasie.

On ne peut transmettre le cancer qu'à des animaux de la même espèce zoologique. Le fait que la transmission (greffe) ne réussit qu'entre animaux de même espèce et si les fragments insérés dans les tissus de leur nouvel hôte sont bien vivants, qu'elle réalise indéfiniment, au travers de tous ses passages et quel que soit le siège où le fragment a été déposé, la structure de la tumeur initiale montre que ce qui se perpétue de transplantation en transplantation c'est une lignée cellulaire déterminée, cela même qui formait la tumeur primitive ne constituant pas l'inoculation de germes cancérogènes, présents dans des tumeurs cancéreuses, mais des greffes de cellules appartenant à une tumeur spontanée (Masson).

Etant donné que parmi les animaux greffés avec des parcelles néoplasiques, une partie développera des proliférations cancéreuses et une autre partie dont les greffes demeureront sans aucun effet, il faut admettre l'hypothèse de l'existence d'une résistance naturelle et individuelle. Si les animaux auxquels on applique la greffe présentent une différence d'espèce très prononcée, la transplantation néoplasique se résorbe et donne naissance temporairement à une réaction inflammatoire.

Borrel et Gheorghiu ont réussi des greffes hétérologues en utilisant des greffons de souris blanches et fixés dans les testicules de cobayes et rats. La tumeur évolue pendant 25 jours, puis se résorbe. Une fois la greffe résorbée, ces animaux sont immunisés contre le cancer, sauf si les quantités de greffons sont très infimes. La race des animaux (noire et grise), leur âge, la quantité du greffon, certaines régions du corps sont plus ou moins favorables aux inoculations expérimentales. L'intervalle de l'inoculation, la période de latence ont une certaine valeur (le froid conserve la virulence du greffon). Les filtrats sans cellules tumorales ne peuvent pas reproduire le cancer.

Les souris qui ont reçu des injections de cellules

néoplasiques ou des globules rouges appartenant à la même espèce ont été protégées pendant dix à quinze jours préventivement contre l'inoculation ultérieure de carcinomes.

Le mécanisme de l'immunité serait peut-être constitué par une réaction de défense de l'organisme, ou par la formation de tissus conjonctifs, qui empêchent le développement du greffon.

Il est certain que l'immunité dépend de deux principes fondamentaux : l'un, l'état de réceptivité de l'organisme, et l'autre, de la sensibilisation; le premier facteur serait en étroite relation avec les états précancéreux (leucoplasie, cicatrices, arthritisme, métabolisme basal) et le *p*H du sérum cancéreux (coefficient de l'équilibre physico-chimique).

La malignité des tumeurs serait donc, suivant Kotzareff et Fischer, fonction de trois facteurs : la réceptivité constituée par une prédisposition héréditaire), la sensibilisation (à mesure que le cancer évolue, l'organisme est de plus en plus sensibilisé) et enfin la virulence cellulaire (la virulence est moindre dans les cancers cliniques qui régressent). On peut rendre un animal réfractaire à une inoculation néoplasique, pour une longue durée, mais non à un cancer spontané : en d'autres termes, Lumière dit que l'animal résiste aux agents extrinsèques, mais non au processus qui s'effectue dans l'intimité de son tissu.

On admet la possibilité de l'hétéro-greffe; lorsqu'on multiplie les greffes, on voit dix jours après une greffe qui est peu active, une seconde et nouvelle greffe se développer rapidement.

Kotzareff et Fischer conçoivent la cachexie cancéreuse ainsi : la vitalité des cellules cancéreuses transplantées est réalisée par la disparition de l'immunité naturelle; il se forme donc un état d'anaphylaxie cancéreuse, la production excessive de protéotoxine cancéreuse explique la généralisation et la crise de cancérisation (les chocs protéotoxiques ou hermoclasiques étant suivis toujours d'aggravation des cancers), la cachexie résulte de ces chocs protéotoxiques. Une autre explication de la cachexie cancéreuse peut être fournie par le fait que le chimisme de la cellule néoplasique est profondément différent de celui de l'organisme, les albumines cellulaires étant hétérogènes et autres que les protéines fabriquées par l'organisme. Ces albumines circulent dans l'organisme et sont inutilisables pour lui; ce sont ces albumines qui donnent naissance aux chocs anaphylactiques et à la cachexie néoplasique qui en résulte.

L'injection d'extrait de cellules cancéreuses inertes, autolysées chez l'homme, en vue d'obtenir une vaccination active, n'a pas été suivie d'effet sur l'évolution des tumeurs.

Dans le cancer expérimental, seules les greffes de cellules cancéreuses vivantes et plus ou moins virulentes sont aptes à provoquer des réalisations préventives d'immunisation. Enfin, quelques auteurs ont constaté dernièrement que chez les hommes et les animaux porteurs de tumeurs malignes, l'alexine était très modifiée.

Le cancer, dit Gérard, ne détermine aucune réaction sanguine spécifique; il se rapproche de celle de toutes les infections, de toutes intoxications connues, ce qui laisserait supposer que le cancer ne serait pas une infection microbienne ni parasitaire. Or, pour Huntze, le cancer résulterait de l'association d'un germe banal et d'une irritation spécifique ou de celle d'un germe spécifique et d'une irritation banale. Les éléments du germe et l'irritation jouent un rôle d'importance variable, l'un comprend l'insuffisance de l'autre pour créer la néoplasie. Si dans cette dernière supposition l'élément irritation est accepté par tous, l'élément germe au contraire est contestable. Car lorsqu'il s'agissait d'un germe spécifique, on devrait pouvoir le déceler et un autovaccin devrait peut-être agir sur l'évolution de la tumeur.

Malheureusement, il n'en est rien. Le fait *important à retenir*, c'est qu'il n'y a pas, à l'heure actuelle, de sérum capable d'immuniser artificiellement un organisme contre le cancer.

BIBLIOGRAPHIE

Herscovici H. : *Le Cancer*. Edit. Le François, 1933.

Jeanneney : *Précis du Cancer*. Maloine, 1930.

Lumière A. : *Contagion, l'hérédité et le hasard dans le cancer*. Bull. de l'Acad. de Méd., 1927.

Roussy G. : *Une théorie nouvelle sur l'origine du cancer*. Presse Médicale, 1925.

Communication originale.

Histogénie de l'Insula chez l'Ours brun (*Ursusarctos* L.) nouveau-né.

Aux descriptions antérieures et absolument arbitraires de la surface cérébrale des Mammifères, R. Anthony a comme l'on sait, substitué un *plan de description rationnel* fondé sur le mode de formation de l'insula, c'est-à-dire de l'opercularisation d'une partie déterminée du pallium par les parties adjacentes. Suivant l'apparition et le degré du développement d'une insula, des *types* différents de cerveau peuvent être distingués. Il est évident que cette systématisation morphologique doit obtenir la confirmation des faits susceptibles d'être établis par d'autres méthodes d'investigation. Or, de tels faits existent réellement. L'opercularisation porte sur les circonvolutions arquées. A n'envisager que les Carnassiers : chez les Canidés, ce territoire est encore exposé. Les sillons qui délimitent les deux premières circonvolutions arquées l'une de l'autre et des circonvolutions environnantes, délimitent en même temps, et d'une façon *précise*, des aires *cytoarchitectoniques* différentes [1]. Par cela même, ces sillons traduisent un caractère fondamental, dans le sens que, précisément, ils représentent les limites exactes de

1. Zur Architektonik der Hirnrinde (Isocortex) des Hundes : Von Gurewitsch et G. Bychowsky. *Journal f. Psychologie und Neurologie*, Bd. 85, Heft 5 und 6, 1928.

circonvolutions aussi bien que d'aires cytoarchitectoniques. Tandis que chez le chien la première circonvolution arquée représente une aire cytoarchitectonique unique (le champ 52 : seul le champ 13 environne comme une bande mince le bord de la pseudosylvia), la deuxième circonvolution arquée est composée de deux aires cytoarchitectoniques différentes, dont l'une occupe le bras antérieur (le champ 50), l'autre le bras postérieur (le champ 22) de cette circonvolution. Or, d'après les recherches d'Anthony et de ses collaborateurs, chez les Carnassiers arctoïdes l'opercularisation des circonvolutions arquées peut porter soit sur la première circonvolution (Procyonidés, Mustélidés, Ursidés), soit sur la première et le bras antérieur de la deuxième (Pinnipèdes). Brodmann [2] a établi la carte cytoarchitectonique du *Cercoleptes caudivolvulus*, espèce appartenant à la famille des Procyonidés : la séparation de la deuxième circonvolution arquée en deux bras de structure cytoarchitectonique différents (le champ 55 occupant encore ici le bras antérieur, le champ 22 le bras postérieur) est nette. Il nous manque encore pour la carte cytoarchitectonique des Pinnipèdes. Le bras postérieur de la deuxième circonvolution arquée se distingue donc du bras antérieur de la même circonvolution par deux caractères : d'une part, il subit chez certaines espèces une opercularisation, d'autre part, il a une structure cytoarchitectonique propre qui diffère nettement de la structure cytoarchitectonique du bras antérieur, et cela même chez des espèces chez lesquelles, la deuxième circonvolution arquée est encore exposée tout entière (Chien, Cercoleptes). A ces faits d'ordre cytoarchitectonique je peux ajouter des constatations d'ordre *histogénétique*. On sait depuis les recherches d'Anthony [3] que la surface externe du cerveau de l'ours nouveau-né est par le fait d'une exception remarquable dans le groupe des Carnassiers, encore complétement lisse. J'ai démontré [4] que la structure histologique de la paroi hémisphérique de l'ours nouveau-né est encore tout à fait embryonnaire, elle correspond à celle d'un embryon humain de 4 mois environ. C'est dire qu'elle dispose d'une plaque corticale (His), première ébauche de l'écorce définitive. Or, en faisant des coupes horizontales à un niveau approprié du cerveau de l'ours nouveau-né, j'ai constaté, que *cette plaque corticale subit déjà, à l'endroit où seule une légère dépression de la surface externe indique la position ultérieure de la suprasylvia, une invagination tout à fait nette et même importante* [5]. L'invagination qui conduira à la formation de l'insula apparaît donc de très bonne heure, à un moment où la formation des circonvolutions et des sillons n'a pas encore commencée, elle *précède* donc cette formation, se fait à l'intérieur d'un cerveau encore tout à fait lisse. Du point de vue de l'histogénèse (ainsi que de celui de la morphologie et de la cytoarchitectonique), l'invagination d'une partie du cerveau doit être considérée comme un phénomène *fondamental*, dominant la formation définitive et l'évolution de cet organe. Si les faits que je viens d'apporter pouvaient être généralisés, le terme d'opercularisation employé d'habitude indifféremment avec le terme d'invagination devrait être abandonné en faveur de celui-ci : l'opercularisation d'une partie relativement fixe du cerveau par la croissance excessive des parties mobiles environnantes ne serait que le phénomène secondaire.

Walther Riese,

(Laboratoire de Physiologie générale de la Sorbonne et Laboratoire d'Ethologie des Animaux sauvges du Muséum National d'Histoire naturelle.)

2) Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnridde, J. Ambr. Barth, 1925,

3. Anatomie comparée du cerveau, G. Doin, 1928.

4. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 206, p. 1834.

5. Pour plus de détails histogénétiques, v. mon travail dans le *Bull. du Muséum*, actuellement sous presse.

Le rôle de la mécanique expérimentale dans l'initiation à la mécanique.

La *Société française des Mécaniciens* a récemment organisé, sous la présidence de M. Jouguet, professeur de mécanique à l'Ecole Polytechnique, une séance consacrée au rôle de la mécanique expérimentale dans l'initiation à la mécanique.

Le programme comportait trois exposés successifs, respectivement présentés par :

M. Mazet, professeur à la Faculté des Sciences de Lille, directeur des Etudes à l'Institut Industriel du Nord;

M. le Commandant Ledoux, chef des Travaux Pratiques de Mécanique à l'Ecole Polytechnique;

M. Bouny, professeur de Mécanique pure à la Faculté Polytechnique de Mons.

Ces exposés avaient pour but de faire connaître dans quelles conditions l'expérimentation est associée à l'enseignement de la mécanique dans l'établissement auquel appartient chacun des conférenciers.

Dans une courte introduction, M. l'inspecteur général Dumanois, président de la *Société française des Mécaniciens*, s'attacha à faire ressortir combien il importe de réduire, sinon de faire disparaître totalement, la distance considérable qui sépare trop souvent les théories de la mécanique rationnelle des réalités de la mécanique pratique, dont les manifestations constituent une part essentielle de la vie industrielle et scientifique moderne. En s'associant à ce vœu, M. Jouguet rappela que la divergence signalée tenait au fait que la mécanique avait eu d'abord pour objet essentiel l'explication des phénomènes célestes; les services d'un ordre différent qui lui sont aujourd'hui demandés doivent entraîner, avec le concours indispensable de l'expérimentation, une adaptation adéquate des théories antérieures.

***

A la suite de la séance que nous venons de signaler, une vaste enquête a été entreprise sur cette très importante question par la *Société Fran-*

çaise des Mécaniciens dont le bulletin, *Mécanique*, a déjà publié, dans son numéro de septembre-octobre 1938, la réponse de M. l'ingénieur général Barrachin, ancien directeur central de l'Artillerie Navale; nous avons pensé qu'un résumé objectif des sévères réflexions de ce dernier ne manquerait pas d'intéresser les lecteurs de la *Revue*.

Dans la presque totalité de nos établissements d'enseignement secondaire ou supérieur, la mécanique, essentiellement présentée au tableau noir, apparaît inévitablement aux élèves comme une succession de calculs plus ou moins ardus sans que, à aucun moment, un rapprochement ait pu s'établir dans leur esprit entre les équations qu'ils ont appris à poser et à résoudre et les phénomènes auxquels elles se rapportent et qu'elles ont pour but d'expliquer ou de faire prévoir.

Séparé de tout support expérimental, comme si la mécanique rationnelle elle-même ne s'était pas fondée sur l'observation de l'univers sidéral, l'enseignement de la mécanique, et plus généralement l'enseignement scientifique, tel qu'il est donné en France, exerce et développe presqu'uniquement le raisonnement et la mémoire, au détriment des facultés d'expérimentation : observation, imagination, sens conjectural. C'est cependant sur ces facultés, seules véritablement créatrices, que repose avait tout la recherche scientifique, pour laquelle les facultés mnémoniques et logiciennes ne sont que des instruments, d'ailleurs indispensables. Ne confondons donc pas les moyens avec le but, « les mathématiques avec la science et commençons par mettre à leur rang subalterne de calculateurs les inventeurs d'intégrations savantes et de fonctions insolites, pour réserver la primauté à ceux qui savent observer, imaginer et concevoir ».

Il ne faut d'ailleurs pas se figurer, comme il semble qu'on a tendance à le faire actuellement, que l'on puisse faire naître à volonté ces facultés primordiales et créer de toutes pièces des observateurs et des chercheurs diplômés. Sauf cas exceptionnels, l'esprit de recherche et plus simplement le sens de l'observation demande, outre des dispositions naturelles, une longue formation qui doit commencer dès le début de l'enseignement. Or, si l'on examine les programmes universitaires et les conditions de leur application, on n'y trouve guère, dans l'ordre scientifique, les matières dont l'enseignement pourrait avoir pour effet de développer les facultés observatrices et imaginatives. Alors que les problèmes d'arithmétique et de géométrie pure, qui répondraient si bien à cet objet, occupent un rang inférieur dans la préparation aux premiers examens, que valent à cet égard la physique et la chimie telles qu'elles sont professées dans l'enseignement secondaire? Du même point de vue, quel fruit peut donner la pratique intensive et routinière des calculs analytiques ou des exercices de géométrie descriptive qui constituent l'essentiel de la préparation aux grandes écoles scientifiques?

Sans que notre respect en soit diminué pour l'admirable monument scientifique qu'est la mécanique rationnelle, reconnaissons que, constituée pour ainsi dire à l'échelle et à l'usage des phénomènes astronomiques, elle est aujourd'hui trop éloignée des contingences de la technique moderne pour fournir à l'ingénieur le bagage indispensable et, plus généralement, pour apporter à la formation d'un esprit véritablement scientifique tout le concours que nous sommes en droit de lui demander. Il importe donc de pouvoir disposer, pour l'étude de la mécanique, d'un corps de doctrine mieux adapté aux exigences de la technique moderne et qui mette notamment en lumière tous les facteurs qui ne pouvait révéler ou que permettait de négliger l'observation du mouvement des planètes.

D'autre part, sous sa forme exagérément mathématique tout notre enseignement scientifique secondaire et supérieur a pour effet d'éloigner les jeunes esprits des contingences du monde réel.

Il est de nécessité primordiale de faire cesser au plus tôt un régime qui risque de condamner à la stérilité une bonne part de l'élite scientifique du pays. Le remède, c'est de rétablir, dès le début et pour toute la durée des études scientifiques, le contact avec la réalité et, pour s'en tenir à la mécanique, d'organiser son enseignement à tous les degrés dans le cadre expérimental.

Ph. Tongas.

REVUE DE PÉDOLOGIE

DEUXIÈME PARTIE

Zonalité des sols. Classification génétique. Cartes pédologiques de la Russie d'Europe et de la Russie d'Asie.

Dokoutchaiev et ses élèves ont reconnu que les différents types des sols de la Russie d'Europe (les sols châtains de la Russie méridionale, les tchernosems de la Russie centrale, les podzols et les sols de Toundras du Nord) occupent de vastes zones et diffèrent nettement les uns des autres par leur structure, leur composition chimique et leurs propriétés physiques. Après quelques années Sibirtzev et Dokoutchaïeff ont élargi cette loi de zonalité sur tous les sols du monde (v. la carte de Glinka).

« Les sols zonaux, dit Sibirtzev (1897), pré-« sentent en général une répartition zonale, cor-« respondant à la répartition des zones climati-« ques. Dans ce schéma, la zone équatoriale est « occupée par les sols latéritiques, qui corres-« pondent à la zone géographique des régions « tropicales des continents, interrompus, coupée « par les océans.

« Au nord et en partie au sud de ces régions « tropicales, dans les régions des plateaux conti-« nentaux et des plaines fermées ou demi-fermées, « se trouvent les sols des steppes désertiques.

« Dans les vallés herbeuses ouvertes, se rencon-« trent les sols du groupe des tchernosems qui, « au nord, passent progressivement aux sols fores-« tiers, aux sols podzoliques, puis aux sols des « toundras.

« Il est évident que la zonalité des sols ne doit « être envisagée que *grosso modo*. En réalité, au-« cun sol type n'enveloppe la surface des conti-« nents sous la forme d'une bande continue; tous « les sols types se présentent en bandes inter-« rompues, tantôt s'étalant sur une largeur im-« mense, tantôt très étroites, parfois s'intercalant « dans les régions contiguës ou y formant des « îlots assez éloignés des zones principales. La « succession géographique rigoureuse des sols ty-« pes est souvent interrompue par des causes « oro-hydrographiques ou géologiques « locales », « qui empêchent la formation de certains sols ».

Les pédologues russes avaient établi pour l'exposition universelle de Paris (1900) une carte pédologique assez détaillée de la Russie d'Europe, a l'échelle environ 1 : 2.500.000e. Sur cette carte, on a subdivisé les grands types de sols zonaux de Dokoutchaiev et Sibirtzev en sous-types, en se fondant surtout sur les différences de roches-mères.

Une nouvelle carte, tenant compte de ces améliorations, a été présentée au Congrès international de Pédologie à Washington en 1927. On ne se contente plus maintenant de déterminer le type climatique du sol; on veut encore connaître exactement ses limites géographiques et aussi ses variantes, qui résultent des différences locales des roches-mères, de relief, d'exposition au soleil, d'humidité, etc. Dans ces dernières années; on s'est aussi beaucoup préoccupé de l'influence des petites variations, constantes et régulières, du relief du sol (micro-relief), et de la formation des « complexes de sols » : il faut entendre par là des combinaisons de deux ou plusieurs sols-types, assez voisins, qui peuvent être caractéristiques d'une région. Il en résulte qu'à la conception simple du climat géographique, dépendant surtout de la latitude, se substitue peu à peu une conception plus complexe, celle du « climat pédologique », qui dépend aussi de facteurs purement locaux.

Ces dernières années en France on travaille beaucoup sur les diverses questions qui sont réunies par la notion « climat pédologique » ou « climat du sol »; nommons en premier lieu les travaux du « Centre national des Recherches agronomiques de Versailles » (A. Demolon et ses collaborateurs, M. Geslin); c'est bien compréhensible, que ces travaux de Versailles s'inclinent plus à l'agriculture qu'à la pédologie.

Les études du « climat du sol se touchent et souvent se basent sur les travaux plus généraux de la physique du sol et surtout sur le rapport de l'eau et du sol. Parmi les travaux récents tou-

chant ce dernier sujet il faut indiquer ceux de Lebedeff (1908-1928) qui développant de René d'Andrimont a montré l'existence dans le sol les cinq états de l'eau (vapeurs, l'eau hygroscopique, l'eau pelliculaire, l'eau de gravitation, l'eau solide) et a expliqué leurs rôles dans les processus dynamiques du sol. Les observations et les expériences de Lebedeff (†), exactes et ingénieuses, lui ont permis de créer une nouvelle théorie sur la formation des eaux souterraines, suivant laquelle infiltration et condensation travaillent dans le sol simultanément, mais, suivant les conditions géographiques, domine l'une ou l'autre.

***

Types climatériques des sols : podzols. Sols dits « bruns » (de Ramann). Tchernosems. Sols châtains. Sols gris. Sols latéritiques.

Etudions à présent quelques types les plus répandus des sols zonaux :

a) *Les sols podzoliques* se forment sous un climat mi-froid, mi-tempéré, assez humide, dans les régions couvertes de forêts ou de prairies. Le mot russe « podzol » signifie « comme la cendre », ce qui rappelle la couleur blanchâtre de la seconde couche B.

Une coupe verticale des *podzols argileux* (profondeur 1 mètre; roche-mère — argile glaciaire brun-jaunâtre) y fait reconnaître les couches suivantes :

Horizon A : épaisseur, 0 mm. 20. Sous le gazon tourbeux gris foncé (2 à 3 centimètres) se trouve une couche lamellaire grisâtre (5 centimètres) qui se transforme en couche gris clair, farineuse, avec de rares taches ferrugineuses (12 à 14 centimètres).

Horizon B : nommé spécialement « podzolique »; épaisseur 0 m. 20. La partie supérieure (10 centimètres), presque blanche, farineuse, est typiquement podzolique; elle se transforme vers la partie inférieure en une matière gris-jaunâtre (10 centimètres), se divisant sous la pression des doigts en petits morceaux jaunes, couverts par une poussière blanche podzolique.

Horizon C : épaisseur, 0 m. 20 0 m. 25. Cet horizon jaune rougeâtre, plus foncé que l'horizon B, se divise en masses de la taille d'une noisette, couvertes parfois d'une mince couche de poussière quartzeuse blanche; par places, cet horizon est traversé verticalement par des « langues » podzoliques qui descendent même jusque dans la roche-mère.

Horizon D : plus bas que 1 m. 60. — *roche-mère* : argile brun jaunâtre, avec taches plus foncées.

Dans les couches C et D, on trouve assez souvent des concrétions contenant des hydroxydes de fer et de l'alumine en grande quantité, du manganèse et des matières organiques en quantités moindres. Dans les sols podzoliques sableux, ces concrétions forment généralement une couche continue parfois très compacte et dure. Dans les sols podzoliques argileux, elles sont disséminées dans toutes les couches du sol.

Les Allemands appellent ces concrétions « ortastein »; en France, elles portent les noms locaux : *alios* dans les Landes et de « *grep* » dans la région toulousaine. L'alios se forme dans les sols podzoliques dont les couches superficielles sont très humides. Cette coupe verticale typique du podzol peut présenter, bien entendu, de nombreuses variantes.

La formation de toutes ces couches de podzols s'explique par l'infiltration à travers le sol de l'eau atmosphérique en assez grandes quantités; elle suppose donc un climat humide. L'eau transporte les particules les plus fines des couches supérieures dans les couches inférieures. Cette action éluviale a son maximum d'effet dans la couche B du podzol forestier, parce que cette couche, renfermant beaucoup moins d'humus que la couche A, a perdu la propriété de retenir, de lier, de coaguler ses particules, propriété que l'humus possède à un haut degré. La couche B devient donc presque blanche, parce qu'elle est composée de grains de quartz, qui, dans les conditions précitées, ne peuvent pas être transportés.

Le podzol forestier a quelques détails autres que le podzol argileux.

b) *Sols bruns (de Ramann).* — Ramann a fait de ces sols un type spécial (Braunerde), parce que ces sols dits « bruns » (parfois ils peuvent être jaunes et même rougeâtres) couvrent toute la plaine allemande, une partie de l'Autriche, du Danemark, de l'Italie et de la France. Ces sols ont été trouvés aussi en Crimée et au Caucase.

Au point de vue de la classification génétique, il serait plus juste de considérer ces sols comme un sous-type podzolique, intermédiaire entre le podzol typique et les sols jaunes rougeâtres méditerranéens.

c) *Tchernosems.* — La lutte de l'ancienne forêt contre l'ancienne steppe a créé en Russie, au sud de la zone podzolique, une zone intermédiaire, celle du *Tchernosem dégradé*, dans laquelle apparaissent quelques propriétés podzoliques sous l'influence de la forêt et de l'augmentation d'humidité.

Le « *Tchernosem typique* » est noir, mais on rencontre de diverses couleurs très foncées, jusqu'à la nuance chocolat. Son épaisseur moyenne

est voisine de 1 mètre. Les tchernosems sableux sont plus épais que les tchernosems argileux. La structure de l'horizon A du sol non labouré est granuleuse; c'est une sorte de terreau composé d'éléments globuleux ou de forme irrégulière, d'un diamètre de 2 à 4 millimètres. La couche de passage B a changé cette structure en structure en « pelotes » : elle devient plus compacte et sa coloration est de plus en plus brune à mesure qu'on descend; elle se confond finalement avec la roche-mère (couche O). Dans les régions où cette roche-mère est un lœss, on voit sur la coupe verticale du sol et du « sous-sol » (C.) des taches rondes ou ovales d'un jaune sale, qui correspondent aux anciens terriers creusés par les animaux rongeurs des steppes et qui se sont emplis de sol ou d'un mélange de sol et de lœss.

La disposition des différentes variétés de tchernosem en bandes parallèles apparaît très nettement sur la carte pédologique de la Russie. En Russie d'Europe, le tchernosem le plus riche en humus (13 % à 16 %), le plus foncé, se trouve dans la partie centrale, là ou les roches-mères sont les plus argileuses ou calcaires et ou l'humidité est moindre que dans les bassins du Dnieper et du Dniester; à mesure que l'on s'éloigne de cette bande axiale, la teneur en humus diminue et peut tomber jusqu'à 4 %.

Hors de Russie, en Europe, on rencontre les tchernosems en Hongrie, en Roumanie et en Bulgarie; on les trouve aussi en Allemagne sous forme d'îlots, restes des anciennes steppes, près de Magdebourg et de Guidelsheim, ou d'ailleurs il a subi une dégradation.

Nous ne pouvons pas donner la description de tous les types de sols zonaux, finissons notre exposé par le type — après les podzols — le plus répandu.

d) « *Sols latéritiques* ». — Le terme de « latérite » vient du latin *later* (brique). Les latérites sont en effet des sols qui, dans la majorité des cas sont d'une couleur qui rappelle celle de la brique cuite; on en trouve cependant qui sont d'un rouge brun ou d'un rouge violacé. Les sols latéritiques se rencontrent dans la zone tropicale, là où la terre reçoit une grande quantité d'eau atmosphérique; ils se forment aux dépens de n'importe quelles roches, qu'elles soient éruptives ou sédimentaires; c'est aussi bien le sol des forêts toujours verdoyantes que celui des plaines herbeuses (savanes).

Sous les tropiques, les restes des animaux et des végétaux qui couvrent la surface de la terre se décomposent très vite; ils se minéralisent; et les sels minéraux ainsi formés, très facilement dissous, disparaissent complètement du sol. Par suite de la disparition rapide de la matière organique, les latérites ne peuvent retenir qu'une quantité inappréciable d'humus; leur couleur dépend des hydroxydes de fer et de manganèse qu'elles contiennent. La décomposition dans les régions à la fois très humides et très chaudes est si énergique qu'à la surface du sol il est impossible de trouver des roches non encore attaquées; les « pierres », dans ces régions, sont comme pourries et parfois même jusqu'à une très grande profondeur; les roches les plus dures finissent assez rapidement par se transformer en une masse friable plus ou moins molle.

Si l'on fait une coupe verticale dans une latérite type on constate que la couleur rouge vif est propre aux couches superficielles A; plus bas, les couches B brunissent, puis jaunissent en C; cette différence de coloration résulte de ce que, par suite du grand échauffement de la surface, c'est l'oxyde de fer le moins riche en eau, de couleur rouge, qui prédomine; plus bas, là où la terre est moins échauffée, ce sont les oxydes de fer plus hydratés bruns et jaunes, qui prédominent. Les oxydes de fer hydratés se concentrent dans les couches supérieures, y forment des concrétions disposées en croûtes qui se traversent. Ces croisements forment des cellules où se dépose la terre friable. Par suite de cette disposition des concrétions, les couches supérieures des latérites typiques possèdent une structure cellulaire, spongieuse, c'est là « *carapace* ». Les oxydes de fer peuvent s'accumuler en si grande quantité dans les couches supérieures que celles-ci renferment jusqu'à 30 % de fer et qu'elles peuvent être utilisées comme minerai de fer.

A part les hydro-oxydes de fer et de manganèse, c'est la présence d'oxydes hydratés libres d'aluminium — « hydrargilite » ou « bauxite » — qui caractérise les latérites. Leur présence témoigne d'une décomposition poussée très loin, puisque des espèces minérales qui, comme les argiles, sont très résistantes sous d'autres climats, n'y ont pas échappé. On conçoit aisément que, dans ces conditions, les parties les plus mobiles, provenant de la décomposition du sol, lui soient enlevées. Parmi ces parties, les plus mobiles sont celles qui renferment les substances les plus importantes pour la nourriture des plantes. C'est pour cette raison que les régions à latérites types sont aussi les plus stériles.

Il faut remarquer toutefois que les sols tropicaux, et surtout subtropicaux, sont loin d'être tous des latérites types. On rencontre, à côté de celles-ci, des « terres rouges » beaucoup moins décomposées, présentant d'ailleurs plusieurs variantes et souvent très fertiles. On y trouve des concrétions

moins riches en fer et en manganèse, et l'oxyde d'aluminium hydraté y est aussi beaucoup moins abondant; en outre, les argiles y sont en plus grande quantité.

⁂

Les Congrès internationaux de Pédologie. La carte pédologique de l'Europe (1927). **La carte pédologique schématique du globe terrestre de C. Glinka** (1908).

C'est dans la dernière décade du siècle passé que l'importance des travaux des pédologues russes commença à être pleinement appréciée en Europe occidentale; des savants éminents, comme les professeurs Wolny et Ramann (tous deux décédés), non seulement reconnurent la justesse des principes essentiels de l'école russe, mais Ramann entreprit lui-même une série de travaux sur l'extension zonale des sols.

Après avoir accompli dans les différents pays de l'ancien et du nouveau monde un travail formidable mais varié et de valeur inégale, les pédologues de toutes les nations, depuis une vingtaine d'années, ont reconnu l'absolue nécessité : 1° de considérer la pédologie comme une science distincte; 2° de créer des méthodes de travail communes, une même nomenclature et une même classification de tous les sols. C'est en 1908 seulement, à Budapest, qu'a été organisée la première conférence internationale « agrogéologique ».

Un des premiers objets des efforts communs de tous les pédologues fut d'établir la composition des cartes pédologiques des grandes régions, pour déterminer la répartition sur la surface du globe terrestre des zones pédologiques principales. On décida, pour commencer, de dresser la carte des zones des sols de l'Europe.

La seconde conférence internationale de pédologie fut tenue à Stockholm en 1910, la troisième à Prague, en 1922. Toutes deux ont posé la même question. Mais c'est seulement à la quatrième, tenue à Rome en 1924 que, grâce à l'énergie du Professeur Murgoci (†), fut publié un grand ouvrage sur l'état (bien médiocre) des études et de la cartographie du sol dans les différents pays d'Europe, d'Amérique, d'Afrique et d'Asie. Cela a montré combien de difficultés il faut vaincre pour établir une carte pédologique satisfaisante de l'Europe.

Ces difficultés furent surmontées par une commission (présidée par le Professeur H. Stremme) de « *l'Association internationale de Pédologie* », qui a dressé la première carte générale des sols de l'Europe à l'échelle du 1 : 10.000.000e; carte qui fut présentée à Washington en juin 1927 au premier Congrès international de Pédologie. Cette petite carte montre que la zonalité des sols-types et leur classification génétique climatique sont reconnues par tout le monde. La même Commission a présenté au troisième Congrès international de Pédologie, à Oxford (1935), une nouvelle carte semblable, mais à une échelle quatre fois plus grande. Il faut mentionner ici que C. Glinka, le premier président de « *Association Internationale de pédologie* », a pu composer la carte schématique du globe terrestre (échelle 1 : 40.000.000) déjà en 1908. Dans une nouvelle édition Glinka a beaucoup amélioré cette carte. Ma copie française de cette carte a introduit quelques petites retouches, surtout pour la France.

C'est une première ébauche, parce que beaucoup de types de sols représentés sur cette carte — par exemple « sols sableux des steppes désertiques », « déserts des latitudes tempérées et subtropicales », « sols rouges des steppes désertiques » — sont si peu connus, qu'ils représentent plutôt des termes géographiques que pédologiques.

Malgré sa schématisation nécessairement trop poussée, nous avons utilisé (1929) cette carte avec profit pour l'évaluation approximative de l'importance relative (en kilomètres carrés) des divers types de sols sur le globe terrestre, de même que pour la détermination des masses de carbone et d'eau constitutionnelle contenues dans l'ensemble des sols de chaque type.

Nous voyons par le tableau ci-dessous que le type zonal le plus développé est le podzol, ensuite viennent les sols latéritiques, en omettant les sols

Les Sols zonaux.	Surface de la zone (en km²)	Carbone (en millions de tonnes)	Eau de constitution (en millions de tonnes)
Sols des toundras	20.164.000	73	314
Sols podzoliques	39.102.000	306	1.326
Sols « bruns » (de Ramann) et jaunes	5.074 000	46	158
Tchernozems	7.904.000	286	179
Sols châtains et bruns	6.273.000	80	135
Siérozems (terres grises)	2.592.000	10	42
Sables des déserts steppiques	1.124.000	—	—
Sols rouges des déserts steppiques	7.776.000	33	46
Déserts des régions tempérées et subtropicales	14.525.000	—	—
Sols rouges de la région chaude tempérée (terra rossa)	489.000	2	21
Sols latéritiques et latérites	19.832.000	126	15.132
Sols des zones verticales (sols des montagnes)	11.135.000	87	377
	136.000.000	1.049	17.730

des toundras et les sols des montagnes très hétérogènes et mal étudiés; le fameux tchernozeom ne tient que la troisième place.

La somme globale du carbone contenu dans les sols du globe terrestre n'est que la 10^{-8} partie du carbone de toute l'écorce terrestre (10^{16}). L'énorme richesse en eau constitutionnelle des sols latéritiques fait que la quantité globale de cette eau est 17 fois plus grande que la quantité de carbone.

Il est évident que lorsque nous posséderons des analyses chimico-physiques complètes de tous les sols zonaux et que leurs frontières seront bien déterminées, il sera possible d'émettre des considérations géochimiques de la plus grande importance.

***

Les sols-types de France. — En 1927, nous avons établi les zones des *sols-types français*. Ces zones ne sont pas nombreuses, comme on pouvait bien s'y attendre, vu la superficie peu étendue du pays et, par conséquent, le peu de variétés climatériques.

La France est recouverte dans sa presque totalité par des sols faiblement podzoliques. Seules n'en présentent pas la région méditerranéenne et les places où des conditions locales déterminent l'apparition de sols « azonaux ».

On peut diviser schématiquement en deux zones la région podzolique de France par une ligne dirigée obliquement nord-est-sud-ouest partant entre Laon et Mézières pour se terminer un peu à l'ouest de Pau. Il va sans dire que cette division est toute schématique et qu'il existe d'innombrables termes de passage.

C'est dans la bande occidentale *atlantique*, au climat doux et humide (les altitudes oscillent de 0 à 200 mètres), que la podzolisation est la plus marquée. Elle demeure toutefois modérée et nous n'avons pas rencontré de podzol typique, avec couche B blanche, comme c'est le cas pour certains podzols russes. Il faut remarquer que, même dans cette zone, la plus podzolique de France, l'enrichissement par Fe et Al des couches inférieures est parfois si faible qu'il ne peut être décelé que par l'analyse chimique. Nous avons décrit un certain nombre de coupes de sols podzoliques, dont les plus typiques ont été trouvées dans les Landes.

Toute la zone atlantique ci-dessus définie n'est pas uniformément recouverte de sols podzoliques. Des conditions locales du relief, d'hydrologie, et surtout la composition de la roche-mère, peuvent heureusement combattre l'influence néfaste du climat. Les sols qui en naissent sont souvent brun rougeâtre et le déplacement de fer et d'alumine, vers les couches inférieures est plus faible ou disparaît complètement.

A l'est de la ligne schématique que nous avons définie se trouve une bande *orientale* avec le climat plus continental et les altitudes de 200-250 mètres; la podzolisation se manifeste ici généralement encore plus faiblement que dans la zone atlantique, mais l'influence de la roche-mère sur la composition du sol est d'une intensité particulière; on rencontre rarement des concrétions ferrugineuses et elles sont de très faibles dimensions; l'humus est plus abondant que dans la région atlantique; enfin la structure de ces sols est peu distincte, le passage entre les divers horizons est très graduel; on nomme ces sols « *sols bruns* » (« de Ramann »).

Tous les sols podzoliques de la zone atlantique ont une réaction acide; le *p*H ne s'élève pas au-dessus de 6,3. Les « sols bruns » de la zone orientale se rapprochent déjà de l'alcalinité, quand les sols se rapprochent du type « Rendzina » et se trouvent sur du calcaire, cette alcalinité s'élève plus encore, tout en demeurant bien minime (*p*H 7,59).

Dans les « complexes absorbants » des sols podzoliques français on note une grande prédominance de SiO^2 sur Al^2O^3; quant aux bases absorbées, MgO manque dans les sols podzoliques atlantiques et atteint la teneur normale (0,01 — 0,02 %) dans la zone orientale.

Soulignons qu'il ne faut pas penser qu'on ne trouvera pas dans les régions podzoliques de France au cours des recherches plus détaillées les podzols plus typiques formés sous les influences locales, spéciales et combinées — des microreliefs, des flores et des roches-mères favorables aux processus de la podzolisation.

***

Sols méditerranéens. — Divisons la question en deux parties : les sols rouges et les autres sols méditerranéens.

Avec Lang et Reifenberg nous pensons que pour le climat méditerranéen le plus caractéristique (après l'existence de deux saisons, chaud sec et plus froid humide) est son facteur de pluie P/T (le rapport de l'humididté à la température) oscillant entre 40 et 60.

Sols rouges. — Nos recherches nous ont permis d'accepter l'opinion des savants qui affirment que les sols rouges méditerranéens typiques ne peuvent se développer que sur les calcaires et les dolomies *purs*. Nos analyses montrent que dans ces roches traitées par HCl à 10 %, le résidu insoluble ne dépasse pas 1 1/2 % et le contenu en oxyde de fer

et d'alumine de la partie dissoute ne dépasse pas 1/2 %. Ces sols rouges ne se trouvent pas en couches horizontales régulières, mais pénètrent par endroits dans les fissures des calcaires, plus profondément que dans les endroits voisins, formant ainsi des « poches ». Cette espèce de pénétration est due à la structure des roches-mères calcaires qui présentent des fissures très variées et sont parcourues par des conduits microscopiques et ultramicroscopiques; ces conduits sont remplis par des solutions aqueuses et suspensions colloïdales.

Les plaques minces montrent que les hydroxydes colloïdaux de Fe, d'Al et, par endroits, de SiO^2 qui se rencontrent dans ces calcaires (à l'œil nu on n'y voit parfois aucun signe de modifications), s'accumulent dans les fissures microscopiques entre les individus de calcite et profitent même des fissures occasionnelles de ces individus pour s'y infiltrer. Il n'est pas douteux que Fe et Al, de même que SiO^2 amorphe des sols rouges ont pu se former à partir de la quantité infime d'éléments qui se trouvaient dans les calcaires et dans les dolomies au moment même de la formation de ces minéraux, mais il me semble aussi vraisemblable que la plus grande masse de ces éléments ait été importée progressivement du dehors sous forme de suspensions colloïdales; cela a été favorisé par la structure réticulée ultramicroscopique. Si, suivant différents savants, on peut admettre dans les calcaires en désagrégation pendant les périodes chaudes, une migration ascendante de SiO^2 amorphe, de solutions colloïdales de fer peptisé par cette silice, il est inévitable, selon moi, d'admettre également la migration descendante des mêmes solutions importées du dehors pendant la saison humide. Cette dernière hypothèse devient inévitable si l'on compare les quantités relativement grandes de fer et d'alumine dans les sols rouges, aux quantités minimes de ces mêmes substances qui se trouvent dans les roches-mères calcaires et dolomies.

La coloration de nos sols rouges dépend certainement de la forme sous laquelle le fer entre dans la solution colloïdale : il est évident que la solution rouge du fer peptisé doit se trouver dans des conditions telles qu'elle peut conserver sa coloration, ce qui amène à supposer que les substances humiques, qui existent tout de même dans les sols rouges (en quantités minimes), ne modifient pas cette solution jusqu'à lui enlever sa coloration rouge; dans les régions aux climats plus humides, l'humus d'un autre genre possède cette propriété destructive.

On trouve beaucoup de données pour juger du type de nos sols rouges grâce à la méthode de Gedroitz-Hissink. Nos analyses montrent que les quantités de CaO et MgO sont beaucoup plus fortes dans ces sols que dans les sols podzoliques et les sols bruns, de même que dans les sols latéritiques rouges indochinois.

La morphologie de sols rouges méditerranéens typiques, leur composition chimique, leurs colloïdes, leur *p*H, leur complexe absorbant et leurs bases absorbées, nous amènent à la conclusion que ces sols constituent un sous-type de la région méditerranéenne indépendant des sols latéritiques rouges tropicaux et subtropicaux; ce sous-type (« terra rossa ») prend naissance à partir des calcaires et des dolomies pures, sous l'influence du climat méditerranéen.

***

Autres sols méditerranéens. — Les sols de la région méditerranéenne de France ne sont pas rouges pour la plupart; on rencontre des sols jaunes, bruns, bruns-grisâtres, gris, gris-verdâtres, etc.; cette variété de teintes dépend principalement de la couleur de la roche-mère : à côté de calcaires, eux-mêmes très divers, on rencontre les roches-mères les plus différentes : quartzites, arkoses, mollasses, divers limons, alluvions alpines ou plus récentes, etc...

Bien entendu ces variétés de teintes des sols peuvent être liées souvent au fait que ces terres ont pu se former à diverses périodes géologiques; même l'uniformité actuelle du climat de toute la région méditerranéenne a pu ne point effacer complètement les différences pédologiques formées pendant les époques passées.

L'influence du climat de l'époque actuelle sur les sols méditerranéens consiste surtout à rendre impossible tout processus de podzolisation; cette impossibilité est une règle générale; elle ne souffre d'exception que dans les cas où les facteurs locaux, orographiques ou hydrologiques, réalisent un ensemble de conditions favorables à la podzolisation, mais ces cas sont rares.

Les propriétés morphologiques de ces sols méditerranéens, *non* rouges, dépendent de leur roche-mère, surtout dans les cas où celle-ci est le grès ou la quartzite; le *p*H de ces sols tend vers une faible acidité (6,5), contrairement aux sols rouges méditerranéens qui sont tous alcalins avec un *p*H presque identique (8,20 — 8,50).

Le complexe absorbant de ces sols *non* rouges de la région méditerranéenne se distingue des sols rouges par une diminution de la quantité du kaolin et la prédominance de SiO^2, alors que dans les sols rouges l'alumine prédomine le plus souvent.

⁂

Les sols « azonaux » et la carte schématique des sols à l'échelle du 1/2.500.000. — La carte pédologique schématique de la France ci-jointe était présentée par moi au Congrès International d'Oxford en 1935 et publiée dans les « *Annales de la Science agronomique* ».

Sur le fond — trois zones pédologiques et les régions des montagnes (chiffres romains I, II, III, IV) — de notre nouvelle carte est représenté la répartition de neuf roches-mères typiques de nos sols *azonaux*.

Nous donnons le nom de *sols azonaux* aux sols dans lesquels les caractères pédologiques zonaux typiques disparaissent complètement ou n'apparaissent qu'en partie, l'influence de la roche-mère empêchant leur développement; dans un *sol azonal* la structure caractéristique de la roche-mère se conserve si complètement que le sol acquiert un caractère nettement défini qu'il garde même dans les zones pédologiques différentes. Ainsi, les sols formés sur des granites (Bretagne ou Plateau Central) sont comparables entre eux; mais il faut noter que sur les granites des zones de tchernozems se développe du tchernozem et dans les zones latéritiques, du sol rouge latéritique. Ainsi, les sols formés sur les granites seront « azonaux » seulement dans les territoires restreints, comme en France, où les différenciations climatiques sont relativement peu marquées et où — fait à souligner — le processus de la formation du sol souvent n'est pas encore achevé.

A ce point de vue, on trouve sur notre carte pédologique les neuf sols azonaux : 1° sols sur limons de plateaux; 2° sols sur alluvions; 3° sols sur roches carbonatées (rendzinas et rendzinoïdes); 4° sols rouges méditerranéens (sur calcaires et dolomies purs); 5° sols de marais et de tourbières; 6° sols de dunes.

⁂

Sols sur les limons de plateaux. — Parmi les sols *azonaux*, la première place revient aux sols les plus fertiles de France qui se sont formés sur les *limons des plateaux*; ces sols sont largement représentés en Normandie, dans le Nord, dans le Bassin de Paris et dans les régions Lyonnaise, Toulousaine et Alsacienne.

Les caractères des sols sur les limons restent assez constants : ils sont plus ou moins compacts, sans structure visible, couleur chocolat jaunâtre, épaisseur (A + B) — 30 — 40 centimètres, grande quantité de terre fine (99 %) et une grande homogénéité de composition chimique. Ces sols reflètent bien toutes les propriétés physiques et chimiques de la roche-mère, se distinguant d'elle généralement par les quantités de carbonates et d'humus.

Si ces sols limoneux se sont formés sur les horizons déjà décalcifiés des limons (terre à brique, etc.), cas le plus général, ils ne contiennent plus de carbonates, mais toujours une petite quantité de chaux liée aux silicates. Si ces sols recouvrent des limons non décalcifiés (Lœss), ils renferment une quantité notable de carbonates, mais toujours moindre que dans leur roche-mère. Il faut supposer que ces sols « limoneux » ont été formés après l'érosion de la plus grande partie des limons quaternaires, quand le climat est devenu déjà semblable à ce qu'il est aujourd'hui. La grande quantité de carbonates contenus dans les lœss qui se trouvent presque toujours sous les « terres à brique », et l'orographie des plateaux ont préservé généralement ces sols du processus podzolique; les exceptions sont créées par les reliefs ou les micro-reliefs favorables à ce processus. Au commencement de leur formation, ces sols limoneux constituaient les témoins de la lutte entre la steppe lœssique et la forêt qui l'attaquait.

Les sols sur les limons ont été étudiés par nous dans le Cambrésis, aux environs de Paris, de Rouen, en Seine-Inférieure, aux environs de Lyon, de Toulouse, dans le département du Gard et aux environs de Strasbourg. Dans toutes ces régions, j'ai examiné non seulement le sol actuel, mais aussi les complexes de limons qui le supportent. L'étude de ces complexes de limons a non seulement un intérêt géologique, qui croît chaque jour, mais elle intéresse aussi les pédologues et les agronomes. Sur les différentes couches d'un même complexe de limons se développent des sols qui diffèrent sensiblement, reflétant nettement les propriétés de sa roche-mère. Cette diversité des roches-mères limoneuses n'est pas rare dans les régions de limons des plateaux. Il y a des régions en France (par exemple certaines parties du département du Gard, bien étudié par P. Marcelin) où ces complexes des limons lœssiques sont presque complètement enlevés, laissant dans les rares points des témoins; du matériel de ces limons lœssiques enlevés se formaient les différents dépôts alluviaux et colluviaux, lesquels, à leur tour, devenaient les roches-mères des sols plus jeunes. Cette complexité de formations des sols du département du Gard montre encore une fois la nécessité absolue pour les pédologues et les agronomes d'étudier les complexes de ces limons, quoique de nature plutôt géologique. Vu presque l'absence des caractères morphologiques de sols formés sur les limons

lœssiques, l'étude microscopique a rendu beaucoup de services, surtout pour la démonstration de la présence ou de l'absence des processus de ruissellement, démasqués par le caractère extérieur des grains, par la formation des cristaux de calcite secondaire, et surtout par des « poupées » microscopiques, formées de places anguleux de calcite convergeant toujours vers le centre.

Les limons lœssiques et leurs sols sont caractérisés par une haute valeur du paramètre premier

$$\text{I.} \quad \frac{SiO^2 \text{ en Mol.}}{Al^2O^3 \text{ en Mol.}}$$

égale à 13,9 en moyenne; ils sont donc siliceux et pauvres en argile. Le paramètre 2

$$\text{II.} \quad \frac{Fe^2O^3 \text{ Mol.}}{Al^2O^3 \text{ Mol.}}$$

est 0,28 en moyenne.

Les *sols* formés sur des lœss reflètent les caractéristiques chimiques de ces derniers : le paramètre moyen I ne change presque pas (14 contre 13,9), il dépasse de beaucoup les paramètres correspondants de sols de la région méditerranéenne (moyenne 8,5), de la zone atlantique (moyenne 7,2) et des sols formés sur les roches éruptives (moyenne 5,6).

Il faut noter ici la constance remarquable du paramètre II dans la grande majorité des sols étudiés; ce paramètre est 0,27 pour les sols sur les lœss; 0,24 pour les sols de la région méditerranéenne et 0,22 pour l'ensemble des sols atlantiques; seuls les sols formés sur les roches éruptives font exception avec un paramètre 0,09 [1].

En relation avec la quantité des bases absorbées (deux fois plus petite que dans le tchernozem), le pourcentage d'humus est faible, en moyenne 1,5 %; la perte au feu est également faible en rapport avec la pauvreté de ces sols en argile et en oxydes hydratés. L'ensemble des analyses chimiques nous donne le droit de caractériser ces sols comme siliceux, moyennement riches en fer; pauvres en humus; capacité d'absorption moyenne; complexe absorbant saturé par Ca, dont l'action défensive ralentit le processus de la podzolisation et peut l'arrêter totalement.

*
**

Disons quelques mots sur les *sols des roches éruptives*. La décomposition physique des *granités* du Finistère et de Bagnoles s'étend très peu profondément; la terre fine disparaît déjà à la profondeur de 50-70 centimètres et la roche-mère intacte apparaît à une profondeur de 1 m. — 1 m. 50. Entre la terre fine et la roche intacte se trouve un sable grossier composé des morceaux de différentes dimensions de la roche-mère et plus souvent des minéraux composants : feldspaths, quartz, mica; la terre fine domine dans les horizons A et B et enveloppe souvent les petits morceaux des minéraux de la roche-mère. La coloration des sols granitiques du Finistère est très intense : chocolat foncé dans l'horizon A (jusqu'à une profondeur de 25-35 centimètres) et jaune rougeâtre dans l'horizon B (jusqu'à une profondeur de 50-60 centimètres). La coloration du sol formé sur le granite gris de Bagnoles est brun jaunâtre dans l'horizon A et jaunâtre dans l'horizon B.

L'analyse microscopique des morceaux de la roche-mère (Peuchars, Penvenez) pris à une profondeur de 50-70 centimètres montre que la décomposition chimique a touché ici quelques oligoclases, albites et encore moins quelques microlines; les produits de la décomposition (zoisite, séricite, kaolinite) remplissent parfois complètement les grains des oligoclases et des albites.

Donnons aussi quelques caractéristiques des sols formés sur les andésites, domites, basaltes et cinérites du *Plateau central*.

Les sols qui se sont formés sur ces roches volcaniques du Plateau Central montrent une épaisseur normale de 25 à 30 centimètres pour deux horizons supérieurs (A et B); la couleur est généralement noir brunâtre, surtout sur les basaltes;

1. Les analyses globales des sols-types de Tunisie nous ont montré la même constance du paramètre II. Je crois que cela indique l'existence dans les sols des régions assez différentes (France, Tunisie) des compositions chimiques (peut-être minéralogiques) bien constantes où le rapport de Fe à l'alumine est 0,2 — 0,3. V. A.

l'horizon A a une couleur beaucoup plus foncée que l'horizon B. Dans ces sols on trouve toujours, en quantité plus ou moins grande, des morceaux de la roche-mère décomposée; ces morceaux, dans les plaques minces, présentent une très faible décomposition : parfois les olivines des basaltes sont transformées en bowlingites et les hornblendes ont des parties limonisées, mais les feldspaths, les biotites, les augites sont frais; cela ne veut pas dire que d'autres morceaux de ces minéraux n'aient été décomposés complètement jusqu'à la formation des argiles. La décomposition des roches éruptives à gros grains, très fissurés irrégulièrement dans leurs horizons supérieurs, n'a pas la même allure, ni la même vitesse dans les différents points de la roche-mère; tels sont les sols formés sur les andésites du pays de Parion et les sols basaltiques du Plateau des Pardines.

Les sols français formés sur les roches éruptives sont riches en Al^2O^3, pauvres en SiO^2 et Fe. Le paramètre moyen 1 est bas : 5,6; le paramètre II varie fortement dans les différents sols, en fonction de sa valeur dans les roches-mères.

***

Je crois qu'après notre exposition des bases et des buts de pédologie nous pouvons dire que l'intérêt scientifique des recherches pédologiques est très grand : seules ces recherches nous permettront de connaître les combinaisons complexes et instables du sol, leurs relations intimes avec tout un monde d'organismes, ainsi que leur dépendance du climat, de la roche-mère et du relief; alors seulement, il nous sera possible de déterminer toutes les phases du cycle parcouru par la matière, de nous rendre compte de la migration des éléments chimiques dans l'écorce terrestre et de la quantité des divers éléments chimiques, disséminés dans le sol.

Dans le domaine de la paléogéographie, les méthodes pédologiques ont permis de découvrir des sols formés pendant d'autres époques géologiques, « les sols enterrés »; pareilles découvertes donnent de nouvelles bases pour apprécier les climats et la géographie de ces époques géologiques.

L'importance *pratique* de la pédologie ne le cède en rien à son importance scientifique : seule la connaissance des processus physico-chimico-biologiques des sols, peut donner une base scientifique aux essais agronomiques. Nous savons que l'étude de la matière colloïdale et de l'acidité dans toute la coupe pédologique du sol donne dès à présent des points de repère à de semblables recherches.

Enfin, dès maintenant, ces études pédologiques des sols peuvent fournir (surtout aux colonies) une base solide pour l'imposition des terres.

M. V. Agafonoff,
Ancien Prof. de l'Université de Tauride,
Attaché au Muséum d'Histoire naturelle
Paris.

BIBLIOGRAPHIE

1. Agafonoff (V.) : Quelques réflexions sur l'histoire de la pédologie (*Annales de la Science agr. franç. et étrang.*, 1925).
2. *Id.* : Les zones des sols de France (avec carte) (*Revue de Botanique appliquée et d'agriculture tropicale*, 1927, octobre).
3. *Id.* : Les sols méditerranéens de France (C. R. du 1er Congrès international du sol, Waschington, 1928).
4. *Id.* : Sur quelques sols rouges et Bienhoa de l'Indochine (8 fig.-photogr.) (*Rev. de Botan. appliquée et d'Agriculture tropicale*, 1929, janvier et février).
5. *Id.* : L'étude des sols des colonies françaises (*Ibid.*, vol. II, 1929, p. 434-440).
6. *Id.* : Détermination de la masse de carbone et d'eau constitutionnelle contenus dans les sols du globe terrestre (*C. R. A. Sc. Paris*, 1929, p. 1000 et suivantes).
7. *Id.* : La Pédologie (*Rev. de Géogr. phys.*, octobre 1929).
8. *Id.* : Sur quelques sols latéritiques rouges et jaunes du Brésil (*Rev. de Bot. appliquée et d'Agric. tropicale*, vol. XI, 1931, nº 118, p. 409-415).
9. *Id.* : Les sols de France au point de vue pédologique (Résumé par l'auteur, avec une carte pédologique) (*C. R. de l'Ass. Intern. de la Science du sol.* « Recherches sur le sol », IV, 4, 1935).
10. *Id.* : Quelques considér. sur la partie colloïdale des sols de France (*C. R. de l'Acad. Sc. Paris*, 1935. T. CC, nº 12, p. 1057).
11. *Id.* : Etude minéralogique du sol (*Transact. of the Third. Inter. Congress. of Soil Sc* , Oxford 1935, III, 137-138.
12. *Id.* : Les types des sols de France et leur répartition (avec la carte pédologique de France) (Congrès Intern. des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie appliquée, Paris. T. II de la Section de Géol. appliquée, p. 597 et suivantes).
13. Agafonoff (V.) : Les sols de France au point de vue pédologique, avec une carte pédologique de France, carte pédol. du monde et plusieurs dessins, 1936, Paris (Dunot).
(14) *Id.* : « Sols-Types de Tunisie » (370 p. avec la carte pédologique).
15. Agafonoff et Malygheff (V.) : Les loess et les autres limons du plateau de Ville Juif (*Bull. de la Soc. Géol. de France*, 4e série, t. XXIX, p. 109 à 145, année 1929.
16. Agafonoff (V.) et Brioux (Ch.) : Etude sur les sols de limon de la Seine-Infér., etc. (*Ann. Agron.*, livraison de mai-juin 1931).
17. André (G.) : La Chimie agricole, 2 vol., 1921.
18. Blanck (E.) : Hansbuch der Bodenlehre, t. VIII, 1929-1931.
19. Berendt (G.) : Die Umgegend von Berlin. (Abhnadl. zur géolog. specialkarte von Preussen Bd II, H. 3, 1877.
20. Brioux (Ch.) : Etude géol. et ogron. des terrains ovlithiques de l'Yonne, 1911.
21. Cayeux (L.) : Les roches sédimentaires de France. Roches siliceuses. Paris, 1929.
22. Demolon (A.) : La dynamique des sols. Paris, 1930.
23. Dokoutchaeff (B.) : La cartographie des sols russes. 1879 (en russe).
24. *Id.* : Tchernozem de la Russie, 1883 (en russe).
25. *Id.* : Les steppes russes autrefois et aujourd'hui (2 cartes dans le texte) (C. R. du Congrès intern. Archéol., Antropol., session de Moscou, t. I, p. 197-240).
25 *bis*. Edelmann (C.-H.) : Problèmes minéralogiques se rapportant à l'étude du sol. (Congr. intern. des Mines et de la géologie appliquée. Paris, 1935).

26. Ehrart (H.) : L'influence de l'origine géologique et des facteurs extérieur sur la formation de la valeur culturale des terres latériques de l'Est de Madagascar, Paris, 1926.
27. Fallou : Pédologie oder allgemeine und besondere Bodenkunde, Dresden, 1862.
28. Fuchs (Th.) : Zur Bildung der Terra-rossa. Versch. d. K. K. Geol. R. A., 1875.
29. Gedroitz (K.) : La Chimie colloïdale dans la Pédologie, 1913 (en russe, avec résumé allemand).
30. Gedroitz (K.) : Le complexe absorbant des sols (en russe et en allemand) ; 3e édition, 1932 (en russe, en anglais).
31. Glinka : La Pédologie, 1re édition, 1907 ; 2e édition 1913 ; 3e édition, 1915 ; 4e édition 1931 (en russe, traduction allemande et anglaise).
32. *Id.* : Die Typen der Bodenbildung ; ihre klassification, und geographische verbreitung (carte pédologique de la Russie). Berlin, 1914.
33. *Id.* : Types divers de formation des sols et classification de ceux-ci (*Bull. Institut Intern. d'Agriculture de Rome*. Janv.-mars 1924.
34. Harrassowits (H.) : Laterit. Material und Versucht erdgeschichtlicher Auswertung. Berlin, 1926.
35. Hilgard (W.) : Soils, 1906. New-York.
36. Hissink (J.) : Beitrâg. Zur Kenntnis der Adsorptions vorgange im Boden (Intern. Mitt. Bodenk., Bd. 12, 1922.
37. Lebedeff (A.) : Les eaux souterraines, 1930 (en russe).
38. Lacroix (A.) : Les latérites de la Guinée et les produits d'altération qui leur sont associés, 1913.
39. *Id.* : Minéralogie de France.
40. *Id.* : Minéralogie de Madagascar, Paris 1922-1923.
41. Lang (R.) : Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkund, 1920.
42. Marbut (C.-F.) : Atlas of Amer. agric. soc. of the United States, 1936.
43. Miège (E.) : Contribution à l'étude des sols du Maroc. (*Recherches sur le sol*, 1937, t. V).
44. Murgoci : Les zones naturelles des sols en Roumanie (avec 3 cartes et une table des sols). 1911.
45. Marcelin (P.) : Etude des sols (L'enseignement de la forêt de Valbonne), 1931.
46. Novak (V.) : Kurze Uebersicht der Entwickelung der mechanischen Bodenanalyse. (*Trans. Third. Int. Cong. Soil, Sc.*, Oxford, 1933, v. II).
47. Pallmann (H) : Der Bodin. (Tir. à part), 1932.
48. Prassoloff : Les provinces pédologiques de la Russie d'Europe, 1922 (en russe).
49. Polynoff (B.) : Contributions of russian scientifists to paleopedology, 1927.
50. *Id.* : Verwitterungs Zyklen und die Zusammensetzung Kontinentaler Ablagerunger, 1935.
51. Ramann (E.) : Bodenkunde, 3e édition, 1911.
52. Reifenberg (R.) : Die Entstenhung der Mediterran Rotercle, 1930.
53. Richthofen (F. von) : Führer fur Forschungreisende, Berlin, 1886.
54. Roman (F.) : Géologie lyonnaise, 1926.
55. Russel (Sir J.) : Soils conditions and plant growth, 1932.
56. Robinson (G.-W.) : Soils, 2e édition, 1936.
57. Sibirtzev (N.) : La Pédologie, 3 volumes, 1898-1899 (en russe).
58. *Id.* : Etude des sols de la Russie (Congrès Géol. intern. Saint-Pétersbourg, 1897, p. 73-125 (en français).
58 *bis*. Schucht (Fr.) : Grundrüge der Bodenkunde, 1930.
59. Sprengel (R.) : Die Bodenkunde oder die Lehre vom Boden, 1837.
60. Stremme (H.) : Grundzüge der praktichen Bodenkunde, 1926.
60 *bis*. Urbain (P.) : Introduction à l'étude pétrographique et géochimique des « roches argileuses ». Paris, 1937.
61. Villar (E. H. del) : Espana en el maja internacional de Suelos. Servicio de Publicaciones Agricoles, Madrid, 1927.
62. Wiegner (G.) : Boden und Bodenbildung in Kolloid-Chemischer Hinsicht, Dresden 1924.
63. Zacharoff (S.) : Cours de Pédologie, Moscou, 1927 (en russe).
(63 *bis*) Vernadski (W.) : La géochimie, 1924. Paris.
(64) Winogradsky (S.) : Recherches sur les organismes de la nitrification, 5 mémoires dans les *Annales de l'Institut Pasteur*, 1890 (4), 1891 (5).
65. *Id.* et Omeliansky : L'influence des substances organiques sur le travail des microbes nitrificateurs. (*Arch. des Sc. Biol.*, 1899) (7).
66. *Id.* : Etudes sur la microbiologie du sol. 6 mémoires dans les *Annales de l'Institut Pasteur* (1925, avril ; 1926, juin ; 1928, janvier ; 1929, mai ; 1932, janvier, mars).
67. *Id.* et Winogradsky (Hélène) : Nouvelles recherches sur les organismes de la nitrification. *Ibid*, 1933 (mars).

LA VITESSE DE LA LUMIÈRE EN RAPPORT AVEC LA CONSTITUTION DES SYSTÈMES PHYSIQUES MATÉRIELS ÉLÉMENTAIRES

DEUXIÈME PARTIE

Ainsi que nous l'avons laissé prévoir dans l'article paru précédemment nous allons essayer d'appliquer les résultats que nous avons trouvés à la double extrapolation en deçà et au delà des limites auxquelles nous nous sommes arrêté.

Extrapolons d'abord vers l'infiniment petit, en partant de l'électron dont les caractéristiques sont :

masse : $m = 9 \times 10^{-31}$ kgs
rayon : $r = 1{,}85 \times 10^{-14}$ décimètres.

Continuant à considérer que la masse est une mesure de l'énergie et que celle-ci est proportionnelle à C^2, en désignant par C, la vitesse de la lumière exprimée en kilomètres, nous devons en conclure que la masse la plus élémentaire sera celle dont la valeur se rapprochera le plus d'une puissance de C^2, en admettant toujours que les rapports des densités d'un système matériel au système suivant soient toujours égaux à

$$C^2 = 9 \times 10^{10}.$$

Si l'on fait ces comparaisons, on constate que cette masse élémentaire devrait être égale à :

$$\left[C^2\right]^{-3} = 0{,}1371 \times 10^{-29} \text{ grs.}$$

Elle arrive directement après l'électron et dans les suppositions que l'on peut faire en ce qui concerne les rapports pouvant exister entre ces deux masses, on peut tout d'abord supposer que

l'électron serait un système complexe formé de ces unités élémentaires.

D'après ce premier point de vue, la masse de l'électron étant égale à 9×10^{-31} kg.

L'électron renfermerait ainsi :

$$\frac{9 \times 10^{-31}}{0{,}1371 \times 10^{-32}} = 656 \text{ unités élémentaires d'énergie.}$$

ayant chacune un rayon d'action égal à $4{,}11 \times 10^{-18}$ déc.

Mais il est également possible d'envisager la question d'un tout autre point de vue.

Pour cela nous pouvons supposer que l'électron est bien l'élément ultime d'énergie, mais que sa masse de 9×10^{-31} kg. n'est autre que la valeur prise par la masse $[C^2]^{-3}$ qui serait animée d'un mouvement tel que cette dernière masse en serait multipliée par 656. Cette dernière hypothèse reposerait donc sur un des corollaires du principe de relativité qui attribue à toute masse m_o en mouvement un accroissement tel que sa nouvelle masse m est liée à m_o par la relation :

$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

v étant la vitesse de la masse,
C la vitesse de la lumière.
On aurait donc dans le cas considéré :

$$656\, m_o = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

on en déduit exactement pour la vitesse, la valeur :

$$v = 299{,}999 \text{ kilomètres}$$

c'est-à-dire une vitesse très voisine de celle de la lumière.

Cette vitesse correspondrait sans doute, soit à une vitesse circulaire, soit à une agitation dans un espace infiniment réduit, soit à un mouvement de caractère oscillatoire, peut-être à ces trois causes.

La différence entre la valeur trouvée pour v et la valeur limite C pourrait provenir sans doute d'une perte due à un certain freinage des électrons se déplaçant dans l'atome; de sorte qu'on pourrait considérer dans tous les cas, qu'un électron libre dans l'atome est capable de la vitesse C.

Arrivé en ce point et à cette constatation, et bien qu'en première analyse nous pourrions nous arrêter à cette double interprétation possible, nous ne pouvons nous empêcher de la pousser un peu plus loin en présence des deux nombres 0,1371 et 656.

En effet, en désignant par h le quantum d'action de Planck et par e la charge électrique de l'électron, nous savons que le rapport $\frac{hc}{2\pi e^2}$ calculé d'après les valeurs de h, c, e, déterminées par Millikan est approximativement égal à 137,1; c'est la constante de fine structure spectroscopique. Ce nombre serait certainement sans grand intérêt s'il ne représentait simplement que les résultats d'un calcul numérique, mais nous savons qu'Eddington s'appuyant il est vrai, sur des considérations théoriques, a tenté de montrer que ce nombre 137,1 n'était pas seulement le fait du calcul numérique dont nous parlons, mais qu'il résultait, en réalité, de la nature même des faits de la mécanique ondulatoire. Ce serait une constante prévisible et nécessaire, ce qui lui donnerait dans la théorie de la mécanique de l'atome, une importance de premier ordre en ce sens que le quantum de Planck qui a été tout d'abord considéré comme un paramètre auquel on a été amené à donner la valeur constante $6{,}56 \times 10^{-27}$ serait relié à la vitesse de la lumière et à la charge électrique par le fait de considérations théoriques résultant d'une action mutuelle des éléments de l'atome entre eux.

En tout cas, il est assez remarquable de constater que, partant des idées précédentes, ne dérivant absolument et directement que de considérations générales concernant une application particulière du principe de relativité, on aboutisse à pouvoir représenter l'individualité de l'électron sous les deux aspects suivants :

$$\text{aspect de masse} = (0{,}1371 \times 10^{-30}) \times 656 = m_o \times 656$$
$$\text{aspect d'énergie} = (6{,}56 \times 10^{-27}) \times 0{,}1371 = h \times 0{,}1375$$

qui relient entre eux la masse de l'électron, le quantum de Planck et la constante de Millikan.

Après cette excursion vers l'infiniment petit, envisageons maintenant l'extrapolation du côté des systèmes physiques de plus en plus grands.

Nous partirons tout d'abord du système solaire et nous considérerons ensuite le groupe physique immédiatement plus complexe qui est formé par l'ensemble des étoiles constituant notre galaxie.

Les données pour celle-ci sont évidemment incertaines, pour ne pas dire fugitives; c'est pourquoi abandonnant ces données incertaines nous allons essayer de calculer directement et approximativement sinon l'importance même des dimensions de la galaxie, du moins tenter d'en déterminer son ordre de grandeur en nous appuyant sur les dimensions moyennes que nous allons nous efforcer d'évaluer en partant d'un des systèmes stellaires élémentaires dont il est formé et en appliquant ensuite aux dimensions ainsi trouvées, la

relation que nous avons mise en relief entre deux systèmes physiques se succédant immédiatement dans l'ordre de l'organisation et de la stabilité.

Pour cela, nous allons nous appuyer sur ce que nous savons des étoiles dont les parallaxes nous sont connues afin d'en déduire la valeur moyenne du rayon du grand axe des ellipsoïdes que nous supposerons semblables à celui que nous avons admis pour notre système solaire étendu jusqu'à mi-distance de α du Centaure.

Nous pourrions évidemment partir de celui-ci et de sa valeur. Cependant, il nous semble que nous aurons une valeur plus approchée de la vérité en adoptant comme nous venons de le dire, une moyenne calculée sur un plus grand nombre de données.

L'annuaire du Bureau des Longitudes dans lequel nous avons puisé les données qui vont nous servir de base, énumère 102 étoiles dont les parallaxes s'échelonnent en années-lumière de 4,3 à 46,6.

Nous admettrons que toutes ces étoiles qui sont les plus rapprochées de nous, appartiennent à un même groupement et que dans celui-ci elles sont réparties soit dans des anneaux comme le sont les satellites de notre système, ainsi que nous l'avons montré, soit dans des courants jouant un rôle analogue.

Si nous rangeons ces astres dans l'ordre de leurs distances croissantes, on voit qu'on peut les rassembler en partant du soleil en groupes dont les centres sont à des distances égales respectivement à : 4,3, 9,3, 11,8, 15,90, 19,20, 21,30, 23,30, 25,10, 27,20, 29,70, 32,60, 36,30, 40,8, 46,6.

Si on admet encore que ces astres se répartissent comme nous l'avons indiqué, les différences entre les nombres précédents peuvent être considérés comme représentant en quelque sorte, les intervalles séparant les trajectoires sur lesquelles ces astres se trouveraient répartis.

Ces intervalles sont égaux à :

$$4,3 - 5,0 - 2,5 - 4,1 - 3,3 - 2,1 - 2,0 - 1,8 - \\ - 2,1 - 2,5 - 2,9 - 3,7 - 4,5 - 5,8.$$

Ils donnent un intervalle moyen de 3,32.

Si nous admettons que cette moyenne représente la valeur d'un axe de l'ellipsoïde moyen, le rayon de celui-ci serait : 1,66.

En réalité, ce nombre peut tout aussi bien représenter la valeur du rayon du grand axe que celui du petit axe.

Dans ce dernier cas, la valeur du rayon du grand axe serait :

$$1,66 \times 3 = 4,98$$

S'il y a la même probabilité pour que ce soit l'une ou l'autre de ces valeurs, le volume moyen de l'ellipsoïde serait proportionnel à

$$\frac{\overline{1.66}^3 + \overline{1,66}^3 \times 9}{2} = \overline{1,66}^3 \times 5$$

Ce qui correspondrait à un rayon de grand axe égal à :

$$1,66 \sqrt[3]{5} = 2,84 \text{ environ.}$$

C'est cette valeur que nous admettrons. Elle est un peu supérieure à celle de 2,15 que nous trouvons pour notre système solaire.

Admettons donc cette valeur de 2,84 et supposons qu'en passant d'un système moyen au groupement plus complexe, les ellipsoïdes représentatifs de ces systèmes aient des axes similaires qui soient entre eux comme 1 est à G_3^2.

Nous aurons pour le plus grand rayon de l'ensemble des étoiles, c'est-à-dire pour celui de la voie lactée, la valeur :

$$2,84 \times 4.480 = 12.723 \text{ années lumière.}$$

Le nombre d'astres compris dans ce système serait alors de l'ordre de :

$$\frac{\overline{12.723}^3 \times 102}{\overline{48.2}^3} = 1 \text{ milliard } 800 \text{ millions.}$$

Il est assez intéressant de constater que H. Poincaré assimilant la voie lactée à une masse gazeuse et appliquant à cette masse la théorie cinétique des gaz, trouve qu'elle devrait avoir un rayon égal à 10^9 unités astronomiques, soit environ 15.000 années lumière et que le nombre des astres y serait voisin de 1 milliard.

Ces nombres sont tout à fait comparables aux précédents.

Si on admet que toutes les étoiles ont en moyenne la même masse que notre système solaire, la densité relative moyenne de cet ensemble par rapport au système solaire serait égale à :

$$\frac{1,8 \times \overline{2,84}^3 \times 10^9}{\overline{12,723}^3} = \frac{4.12}{204,8} = \frac{1}{49,7} \text{ environ.}$$

On trouverait ainsi, en tenant compte des résultats précédemment obtenus concernant la densité, que celle-ci serait égale dans la voie lactée, à la valeur moyenne :

$$1,65 \times 10^{-22} \times \frac{1}{49,7} = 3,32 \times 10^{-24}.$$

Si donc la densité générale de cet ensemble devait être la même que celle de notre système solaire, c'est-à-dire, plus élevée que celle que nous venons de trouver, ce qui serait conforme au principe d'où nous sommes parti, et qui est également conforme à l'équivalence que nous avons

trouvée entre la densité moyenne de la masse du système solaire et la densité de l'atome d'hydrogène, il faudrait admettre soit qu'il y a dans l'ensemble de la voie lactée des astres de masses plus grandes que celle de notre système solaire, soit encore qu'il y existe un plus grand nombre d'astres que celui que nous avons trouvé, soit aussi que la valeur trouvée pour le rayon de la voie lactée est trop élevée.

Il est possible que les trois suppositions soient en partie vraies et qu'elles s'ajoutent pour ramener la densité moyenne à

$$1,65 \times 10^{-22}.$$

D'après la forme même de la voie lactée, il semble bien qu'il y ait une condensation plus grande à la périphérie.

La voie lactée pourrait donc avoir la forme générale que l'on suppose à l'atome comprenant un noyau qui serait ici composé d'un certain nombre d'étoiles situées vers le centre de la voie lactée, et notre système solaire en ferait partie, et d'un beaucoup plus grand nombre d'astres concentrés en des sortes de courants formant anneaux périphériques comme le sont les électrons par rapport au noyau.

Nous avons supposé dans tous ces calculs que les mondes stellaires pouvaient être comparés dans l'ensemble à notre système solaire, tant en ce qui concerne les masses, qu'en ce qui regarde les volumes. Ceci n'a rien qui doive choquer. Il est fort probable et d'ailleurs, les hypothèses que nous avons faites et sur lesquelles reposent nos calculs, les supposent implicitement; que les lois d'équilibre et de répartition d'énergie qui ont présidé à la formation de ces systèmes et qui en conditionnent la vie, ont un caractère général qui en fixent des limites dans tous les sens.

Il en est de ces systèmes comme de tout ce qui existe.

Les types d'une famille sont déterminés par des lois statistiques d'où résultent des moyennes en dehors desquelles les écarts sont relativement peu importants. C'est ainsi, par exemple que la taille humaine, tout en étant variable, se maintient néanmoins dans des limites assez étroites, de telle façon que les nombres qui la fixent dans chaque stade de l'évolution des individus sont du même ordre de grandeur. Il en est de même de chaque espèce d'animal ou de plante, dont les propriétés physiques pour ne nous en tenir qu'à celles-là comme dimension totales ou partielles, formes, couleurs, odeurs, etc., se maintiennent toujours dans des limites peu éloignées les unes des autres, de telle sorte qu'elles circonscrivent autour d'une valeur moyenne, une région relativement étroite correspondant par rapport à cette valeur à de faibles écarts moyens. Ces faits qui sont de constatation courantes s'appliquent à toutes les formations qui ont un caractère évolutif, c'est-à-dire dont la naissance, la croissance, l'évolution et la disparition dépendent de lois et de conditions parfaitement déterminées.

C'est le propre de tout ce qui vit, et il y a toute raison de supposer que les systèmes stellaires que nous considérons plus haut sont dans ce cas et que les divers ordres de grandeur des caractères que nous leur connaissons, qu'il s'agisse de masse, de volume, de température, de composition chimique, de vitesses relatives, etc. sont sensiblement les mêmes lorsque les stades de leur évolution sont également les mêmes.

Du reste, nous pouvons encore ajouter que l'évolution s'opérant, non en un point donné mais dans un espace donné, affecte non un seul être mais tous les êtres qui y sont contenus, de sorte qu'elle se fait par groupe, ce qui est bien la cause d'une certaine uniformité.

Quoi qu'il en soit, nous admettrons comme rayon de la voie lactée 12.700 années lumière environ et comme densité $3,32 \times 10^{-24}$ valeurs que nous venons de trouver.

Poursuivant l'application de notre méthode, nous admettrons que ce système est placé dans un ellipsoïde de protection ou d'action ayant pour rayon la valeur de 12.700 années lumière multipliée par $C\frac{2}{3}$ ou par 4.480 environ, ce qui donnerait comme rayon de l'ellipsoïde de protection, une valeur de l'ordre de grandeur :

$$12.700 \times 4,480 = 5,68 \times 10^{7} \text{ années lumière}$$

grandeur qui correspond à une densité moyenne de :

$$\frac{3,32 \times 10^{-24}}{C^2} = 3,69 \times 10^{-31}.$$

Il est possible que le monde visible s'arrête à cette dimension qui correspond à un rayon de l'ordre de 10^7 années lumière. Mais il est également possible qu'il n'en soit pas ainsi.

Admettons donc que notre voie lactée ne soit pas isolée dans l'espace, et que celui-ci se trouve au contraire formé d'un ensemble de voies lactées, ainsi que la vue des nébuleuses spirales semble le faire supposer. Cet ensemble serait encore compris dans un ellipsoïde semblable aux précédents, le rayon du grand axe ayant pour valeur toujours d'après la même loi :

$$5,68 \times 10^{7} \times 4,480 = 2.54 \times 10^{11} \text{ années lumière}$$

correspondant à la même densité :

$$d = 3,69 \times 10^{-38}.$$

Cet ensemble de voies lactées serait encore lui-même renfermé dans un ellipsoïde de protection ayant un rayon de l'ordre de grandeur de :

$$2,4 \times 10^{11} \times 4,80 = 1,14 \times 10^{15} \text{ années lumière.}$$

La densité moyenne dans cet ellipsoïde serait de l'ordre de :

$$\frac{3,69 \times 10^{-35}}{C^2} = 4,1 \times 10^{-46}.$$

Si l'on admettait enfin que le monde se composât encore d'un groupe d'ensemble de voies lactées, ses limites correspondraient à un rayon de :

$$1,14 \times 10^{15} \times 4,480 = 5,11 \times 10^{18} \text{ années lumière}$$

et à une densité matérielle moyenne de l'ordre de $4,1 \times 10^{-46}$.

Ainsi, en arrêtant à cette limite la série des calculs que nous venons de faire, nous aboutissons aux nombres suivants qui pourraient caractériser notre Univers :

rayon de l'Univers $5,11 \times 10^{18}$ années lumière
densité moyenne $4,1 \times 10^{-46}$.

Si au lieu de considérer l'ellipsoïde, nous envisageons une sphère de même volume, cette sphère aurait comme rayon :

$$\frac{5,11 \times 10^{18}}{1,442} = 3,5 \times 10^{18} \text{ années lumière.}$$

Il est intéressant de remarquer, ainsi que nous allons le montrer qu'en arrêtant notre Univers à cette agrégation des mondes, on aboutit à des dimensions et à une limite qui semble avoir une signification physique assez précise.

Pour cela, partant toujours de l'idée que la lumière possédant une inertie, doit être assimilée à une substance matérielle, nous supposerons que la limite de l'Univers est fixée par l'ensemble des trajectoires pour lesquelles un grain de lumière, soumis à l'action de l'ensemble des masses matérielles contenues dans l'intérieur de l'ellipsoïde limite, ne peut s'échapper de cet ellipsoïde.

Dans ces conditions, nous admettrons que sur le grain lumineux la force centrifuge due à la vitesse de la lumière sur l'équateur de l'ellipsoïde et la force d'attraction de toute la masse de l'Univers concentrée en son centre, se font équilibre.

Soit donc R le rayon du grand axe de l'ellipsoïde, et ρ la densité moyenne de l'ensemble de l'Univers, la masse de l'ensemble sera égale à :

$$\frac{4}{9}\pi R^3 \rho.$$

Soit G la constante d'attraction et C la vitesse de la lumière, la force centrifuge étant proportionnelle à $\frac{C^2}{R}$ l'on doit avoir l'égalité :

$$G.\frac{4}{9}\frac{\pi R^3 \rho}{R^2} = \frac{C^2}{R}$$

ou :

$$G.\frac{4}{9}\pi R^2 \rho = C^2$$

d'où :

$$R^2 = \frac{C^2}{\frac{4}{9}\pi G \rho}$$

Or la densité finale ρ a été trouvée égale à $4,1 \times 10^{-46}$ et comme

$$G = 6,7 \times 10^{-8} \text{ unités C.G.S.}$$

on trouve :

$$R = 48,49 \times 10^{30} \text{ kilomètres.}$$

La distance correspondant à une année lumière étant égale à $9,467 \times 10^{12}$ kilomètres, on a finalement :

$$R = \frac{48,49 \times 10^{30}}{9,467 \times 10^{12}}$$

ou :

$$R = 5,12 \times 10^{18} \text{ années lumière.}$$

Nombre identique à $5,11 \times 10^{18}$ que nous avons trouvé par la première méthode.

Ce n'est peut être qu'une coïncidence et la précision avec laquelle se présente l'identification peut le faire soupçonner. Dans tous les cas elle existe, même en ne s'en tenant qu'à l'ordre de grandeur qui est le même, elle est assez remarquable pour être signalée et elle pourrait donner quelque valeur aux conceptions que nous venons de développer.

Résulte-t-il nécessairement de ce que nous venons de trouver que l'Univers soit limité à la sphère de ce rayon. Nullement. Ce que nous pouvons dire c'est qu'à une organisation matérielle donnée de l'espace correspond une étendue, limitée et définie par la propriété que nous avons supposée au grain lumineux d'être soumis à la gravitation.

Mais cela ne limite pas le nombre d'espaces semblables. On peut très bien en concevoir d'autres même en nombre illimité.

Seulement ces espaces ou ces univers qui ont une vie propre définie par les seules propriétés physiques que nous avons envisagées, ne peuvent correspondre entre eux par le jeu des lois qui caractérisent ces propriétés.

La correspondance s'il en existe ne peut résulter que de propriétés différentes qui nous sont actuellement inconnues.

Il n'y a en effet rien d'impossible à ce que la matière ait des propriétés qui ne nous sont pas encore révélées, ou même qui ne nous le seront peut être jamais, qui n'en relient pas moins tous ces mondes entre eux en présidant à la coordination de leurs déplacements et à leur répartition.

Si cette manière de voir pouvait être admise, il en résulterait que l'espace indéfini serait composé d'une série d'Univers formant autant de bulles d'énergie disséminées dans cet espace ayant chacune, par rapport à nous, une vie interne propre et indépendante de la vie des autres et une vie en quelque sorte externe qui nous serait dissimulée.

En résumé et pour ne nous en tenir qu'à des conclusions d'ordre général, nous avons abouti à cette conception que c'est la vitesse limite et constante de propagation de la lumière ajoutée à sa constitution en quelque sorte granulaire qui conditionne la formation, l'organisation et les dimensions de l'Univers matériel qui nous est accessible.

Les manifestations physiques de ce monde seraient limitées aussi bien dans le sens du plus petit élément que dans celui du plus grand.

Les grandeurs « infiniment petit et infiniment grand » n'appartiendraient donc pas à notre monde physique et n'apparaîtraient que comme des concepts d'extrapolation commodes pour les solutions mathématiques.

L. Demozay.

SUR LA BIOLOGIE DES GASTÉROPODES LACUSTRES

L'étude de fossiles continentaux récoltés en Provence[1] m'avait incité à jeter un coup d'œil sur la question, assez peu connue à la vérité, de la *biologie* des Gastéropodes lacustres. Le Paléontologiste, en effet, ne devrait-il pas toujours se doubler d'un Zoologiste et faire, à côté de la « Paléontologie stratigraphique », de la « Paléozoologie » ?

Je grouperai ici quelques faits biologiques susceptibles d'intéresser ceux qui ont à s'occuper de faunes lacustres.

Rappelons que les Gastéropodes non-marins[2] appartiennent à deux groupes :

1° Les *Prosobranches*, possédant des branchies, et un opercule fixé à la partie postérieure du pied.

2° Les *Pulmonés*, caractérisés par une poche pulmonaire, et n'ayant pas d'opercule. Celui-ci peut être remplacé par un épiphragme, mais dont l'origine est toute différente. On notera cependant que les opercules existent chez les embryons de quelques Pulmonés (*Auricularia*). Les Pulmonés se divisent eux-mêmes en deux groupes : *a*) les *Stylommatophores*, terrestres pour la plupart, à quatre tentacules dont deux portent les yeux à l'extrémité; 2° les *Basommatophores* ou Pulmonés d'eau douce, possédant deux tentacules pleins, rétractiles mais non invaginables, à la base desquels sont placés les yeux.

1. A. F. DE LAPPARENT [**18**].
2. Voir l'importante étude d'ensemble de L. GERMAIN [**14**].

Les principaux genres de Gastéropodes lacustres sont les suivants :

PROSOBRANCHES : *Bythinia, Hydrobia, Melania, Melanopsis, Nerita, Paludina (Viviparus), Valvata.*

PULMONÉS :

STYLOMMATOPHORES : *Succinea.*

BASOMMATOPHORES : *Ancylus, Auricula, Limnea, Planorbis, Physa.*

Origine des Gastéropodes d'eau douce.

On admet que tous les Mollusques d'eau douce proviennent d'animaux marins, seuls s'étant adaptés à ce nouveau milieu ceux qui pouvaient supporter une large variation de salure (animaux euryhalins), dont les membranes respiratoires étaient les moins perméables et dont la respiration était peu active. D'après les recherches de Pelseneer [**21**], cette adaptation s'est faite vraisemblablement par les embryons et les larves, plus que par les adultes.

Le passage des Mollusques marins aux Mollusques lacustres a pu s'opérer de deux façons, passivement ou activement.

I. *Passivement.* — Il est des cas, à la vérité peu nombreux, dans lesquels les Gastéropodes d'eau douce peuvent être considérés comme une *faune relicte*, résiduelle, isolée de la mer dans des étendues d'eau progressivement dessalée, au cours de périodes géologiques antérieures.

Un cas bien classique est celui de la mer intérieure néogène de l'Europe orientale, séparée du domaine méditerranéen à la fin du Miocène (Sarmatien) et dont la Caspienne et la Mer d'Aral sont des témoins actuels.

Mais tel n'est pas le cas du lac Baïkal, ni surtout celui du Lac Tanganyika. L'aspect marin, parfois très accentué, de certains Prosobranches du Tanganyika a fait donner à ces formes le nom de « thalassoïdes » (Bourguignat) et l'on peut voir dans l'Atlas de Bourguignat [**1** *bis*] ces curieux *Hylacantha* à longues épines, rappelant les *Pirula*; les *Limnotrochus* dont la coquille paraît si voisine de celle des *Trochus*; les *Bourguignatia* rappelant les Buccins, alors qu'en fait ce sont des Mélanidés; les *Paramelania*, d'aspect « très thalassoïde », etc. Les ressemblances entre ces formes et certains fossiles du Secondaire avaient même porté quelques auteurs à y voir une faune résiduelle d'âge jurassique. En fait, ces ressemblances avaient été exagérées. Il est admis maintenant qu'on est en présence d'une convergence, d'ailleurs très remarquable, par suite d'une nouvelle adaptation de quelques Prosobranches à des conditions de vie présentant de grandes analogies avec celles qui règnent dans certaines mers; tandis que d'autres (*Viviparus, Bythinia*) conservent un aspect franchement lacustre. (Voir en particulier Pelseneer [**21**, p. 706]; L. Germain [**12**, p. 111; **13**]; L. Cuénot [**2**, p. 135]).

II. *Activement.* — La partie essentielle des Mollusques fluvio-lacustres est constituée par une faune de pénétration. Celle-ci a dû se faire le plus souvent par les fleuves et fut aidée par la marée qui se fait sentir parfois très loin de l'embouchure : Garonne : 140 km.; Escaut : 180 km.; Yang-Tsé-Kiang : 800 km.; Amazones : près de 1.000 km. (Pelseneer [**21**]). L'étude des Mollusques de l'Afrique équatoriale et orientale offre, entre autres, de bon exemples de cette pénétration active (Voir L. Germain [**12** à **16**]).

Existe-t-il des Cérithidés d'eau douce?

Quelques Cérithidés fossiles ont été signalés dans des formations qui paraissent franchement lacustres.

1° *Potamides Lamarcki*, marin dans le Stampien du bassin de Paris, s'accoutume aux eaux saumâtres des lagunes interdunaires aquitaniennes, par exemple à Ormoy (S.-et-O.), et persiste assez haut dans le calcaire d'Etampes nettement lacustre à Limnées, Planorbes et Characées, de Vauvert (S.-et-O.) et d'autres localités (Cf. H. Alimen [**1**]).

2° Les couches certainement lacustres du Pontien d'Eoulx (B.-A.) ont livré *Pirenella bicincta* et *Pirenella disjuncta* associées à des *Bithinella, Helix, Limnea, Planorbis* (cf. A. F. de Lapparent [**17**, p. 164]).

3° *Pirenella conica*, accompagnée de *Cardium edule*, existe dans le Quaternaire lacustre du Sud-Oranais en compagnie de *Helix, Pupa, Melanopsis, Succinea, Limnea, Planorbis, Physa, Pisidium* (Flamand [**7**, p. 943]).

4° La même *Pirenella* a été retrouvée, avec *Cardium edule*, dans des couches très vraisemblablement lacustres aux environs d'Ouargla par M. C. Kilian (renseignement oral).

Or les Cérithidés actuels sont tous marins ou saumâtres; en Europe comme en Afrique, on ne connaît aucune exception (L. Germain, renseignement oral).

Pourtant, Pelseneer [**21**] a signalé le cas de Cérithidés vivant dans les eaux douces intérieures de Sumatra, Bornéo, Siam, Birmanie, Cochinchine, Tonkin. Il faut noter que ces régions sont baignées par les eaux marines les moins salées et les moins denses du monde, car ce sont les pays où il pleut le plus. On s'explique mieux ainsi que la pénétration par les fleuves, et finalement jusqu'aux eaux lacustres, ait pu se faire pour les Cérithidés de préférence dans cet ensemble SE de l'Asie. Sans doute en a-t-il été de même pour les quatre exemples géologiques cités précédemment.

Biologie des Limnées.

Parmi les Gastéropodes lacustres, le groupe des Limnées est de beaucoup le mieux étudié.

RÉPARTITION. — Connues depuis le Jurassique supérieur (Purbeckien), les Limnées sont répandues sous toutes les latitudes, du Groënland au Détroit de Magellan. On en rencontre jusqu'à 2.400 m. d'altitude dans les lacs du Viso et même jusqu'à 5.500 m. au Tibet.

Essentiellement d'eau douce, elles vivent soit dans les rivières, soit dans les étangs. Mais elles supportent de grandes variations dans la composition chimique des eaux : on en connaît dans les eaux saumâtres des golfes de la Baltique et de l'Etang de Berre, dans les eaux sulfureuses, dans les geysers, etc.

TEMPÉRATURE. — Un climat chaud et humide est favorable au développement des Limnées. Qu'il suffise de rappeler le cas de *Limnea auricularia* dont la taille varie du simple au double suivant qu'on la récolte en France ou en Algérie.

Les Limnées supportent de remarquables variations de température, vivant soit dans les eaux glacées, soit au contraire dans des eaux à tem-

pérature élevée. C'est ainsi que *Limnea peregra* vit dans les lacs de montagne, et aussi dans les eaux thermales d'Ax (Ariège) à 45°. Mais l'excès de froid comme l'excès de chaud diminue la taille. *Limnea auricularia* des lacs alpestres n'a que quatre tours de spire; *L. nivalis* et *L. nubigena* des lacs du Viso, *L. islandica* et *L. gissericola* de Reykjavik, *L. Putoni* des lacs des Vosges, sont, toutes, petites, et leur test est souvent irrégulier.

Locard [**19**] a observé des exemplaires de *L. vulgaris* vivant dans des eaux à + 25° à la sortie d'une usine à Lyon : leur taille est moitié moindre que celle des individus de la même espèce prospérant, tout près de là, dans les bassins des jardins de Saint-Clair.

Profondeur. — On convient de considérer comme « région profonde » des étendues d'eau douce celle qui s'étend au-dessous de 40 m. Elle est caractérisée par l'absence complète de vagues, une température constante et froide, une pression fortement accrue, l'obscurité totale, un fond uniformément composé de vase semi-fluide, l'absence de macrophytes.

Dans les grands fonds du Lac Léman vivent deux espèces de Gastéropodes : *Limnea ovata* var. *profunda*, récoltée jusqu'à 50 m. de fond; *Limnea palustris* var. *abyssicola*, que l'on trouve dans les fonds de 30 à 100 m. et qui a encore été rencontrée à 260 m.

Dans les anciennes ardoisières des environs d'Angers, abandonnées depuis une soixantaine d'années, la *Limnea ovata* s'est adaptée à des profondeurs de 40 à 50 m. d'eau (L. Germain, renseignement oral). La pénétration a donc été ici très rapide.

Respiration aquatique des Limnées. — A propos de la faune profonde des lacs, on peut envisager, à la suite de Forel [**9**, t. III, p. 354], ce curieux problème biologique. En effet, les deux espèces de Pulmonés de la région profonde du Lac Léman sont, toute leur vie, sans aucun rapport possible avec l'atmosphère. De fait, lorsqu'on ouvre leur sac pulmonaire au moment où les ramène la drague, on constate qu'ils sont remplis d'eau. Or l'eau ne contient que 7 cm^3 d'oxygène par litre, au lieu de 207 cm^3 pour un litre d'air atmosphérique; ajouter à cela que le renouvellement de l'eau dans les canaux contournés des poumons doit être bien lent et imparfait. En outre, ces Limnées des grands fonds, mises, aussitôt pêchées, dans un aquarium, viennent à la surface et immédiatement remplissent d'air leur sac pulmonaire; malgré une transformation aussi subite de leur fonction respiratoire, elles vivent très bien. Cette « respiration aquatique » de « Pulmonés » paraît étrange.

Le fait pourtant n'est pas si extraordinaire que pourrait le faire croire le cas des Limnées du Léman.

1° On sait, en effet, que des Limnées peuvent rester très longtemps sous l'eau (des jours, des semaines, des mois) sans venir respirer à la surface (expériences de Pauly, 1876).

2° Forel a constaté que sur les pierres du palafitte de Morges, par 3 à 6 m. d'eau, vivent constamment de nombreuses *Limnea auricularia* qui ne peuvent venir respirer l'air; leur poumon, à elles aussi, est toujours plein d'eau.

3° Autre observation : ce n'est qu'aux beaux jours que les Limnées des marais viennent ouvrir à la surface l'orifice de leur cavité respiratoire. Pendant toute la saison froide, elles restent sous l'eau; c'est seulement quand l'eau devient très chaude qu'elles cherchent dans l'air un supplément d'oxygène. Or, dans les grands fonds du Léman, l'eau est toujours froide.

Il faut donc admettre pour les Limnées :

a) une respiration cutanée jouant certainement un rôle important;

b) une respiration par le poumon rempli d'eau, la muqueuse bien vascularisée fonctionnant comme une branchie imparfaite. Il est assez curieux de voir la poche pulmonaire de ces Pulmonés, qui n'est en réalité qu'une branchie de Gastéropodes transformée, remplir à nouveau et d'une façon habituelle la fonction physiologique d'une branchie.

Origine de la faune profonde du Lac Léman. — Pour Forel, on serait en face d'une migration *passive*, qui se serait effectuée peu à peu et lentement.

Pour Zschokke, une *partie* viendrait de la faune littorale; sa marche vers les abysses est lente ou rapide; elle est caractérisée par une forte dégénérescence; — une *autre partie* serait une ancienne faune d'eau froide ayant peuplé les lacs subalpins après le retrait des glaciers quaternaires; cette faune aurait émigré dans la région profonde du lac où elle prospère actuellement, tandis que d'autres espèces froides ont pu suivre le glacier dans son retrait vers le Nord, d'autres enfin se réfugier plus haut dans les lacs élevés des Alpes.

J. Favre [**5**, pp. 396-400] oppose à ces hypothèses les remarques suivantes. — 1° Des deux espèces de Limnées appartenant à la faune profonde du Lac de Genève, *L. ovata* var. *profunda* est abondante sur le littoral; elle envahit tout de suite les profondeurs et y persiste, mais rabougrie; *L. palustris* var. *abyssicola*, toujours rabougrie et rare, manque actuellement sur le littoral mais s'y trouvait autrefois. Pourquoi la forme dégénérée a-t-elle persisté plus longtemps? — 2° Le

Planorbis lævis, de caractères franchement nordiques, s'avance fort peu dans le lac, contrairement à ce que voudrait la théorie de Zschokke. — 3° La pénétration ne s'est pas faite « très lentement », comme on le croyait. Au contraire, *Planorbis carinatus*, qui descendait autrefois jusqu'à 38 m. d'eau (ainsi que le montre l'étude des anciennes terrasses du Petit Lac) a rétrogradé et ne se rencontre plus au-dessous de 10 m., comme presque toutes les autres espèces de Mollusques. — L'auteur pense, en somme, que des espèces d'origine diverse ont pu pénétrer fort avant si elles possédaient une aptitude particulière à s'accommoder aux conditions spéciales des profondeurs; *rapidement*, elles ont atteint une profondeur où elles se sont maintenues et qu'elles n'ont plus dépassée. On aurait là un nouvel exemple de « préadaptation » (Cuénot).

VARIABILITÉ DES COQUILLES DE LIMNÉES. — 1° Une bonne nourriture abondante explique la grande taille et le développement des Limnées de la Balta[3]. Mais les conditions biologiques de ce milieu très spécial, qui mériterait de retenir l'attention des Zoologistes, ne semble pas avoir fait l'objet de travaux suffisants, au moins pour ce qui a trait aux Mollusques.

2° Le lac d'Hossegor (Landes), autrefois isolé de la mer, fut envahi brusquement et définitivement par les eaux marines lors d'une tempête en mars 1876. La faune du lac fut anéantie et remplacée désormais par une faune marine. Le Marquis de Folin [**8**] a laissé une étude de l'ancienne faune du lac. On y trouvait une association de quelques animaux marins (un Poisson de mer : le Muge) et saumâtres avec, surtout, de nombreuses formes d'eau douce. Mais parmi celles-ci, la *Limnea limosa*, en prodigieuse abondance, y présentait une excessive variété dans la forme des coquilles : sécrétion irrégulière au voisinage de l'ouverture, où s'accumulaient de véritables amas de matières testacée; test rugueux, avec de gros plis saillants; épanouissement du bord externe du péristome. Des affections analogues et aussi curieuses s'observaient pour *Physa acuta* et *Planorbis Paladihi*, également représentés par de nombreux individus. Il semble que l'explication de ces anomalies doive être cherchée dans une certaine salure des eaux du lac : même avant 1876, des infiltrations d'eau salée, sans doute en relation avec la marée, pouvaient s'effectuer à travers le sable des dunes, la mer étant distante de 700 m.

3° Les variations de la *Limnea stagnalis* sont classiques : la coquille peut devenir subscalaire (les tours restant contigus), scalaire ou même cératoïde (entièrement déroulée). L. Piaget [**23**] a publié un travail très important sur l'adaptation de la *L. stagnalis* aux milieux lacustres de la Suisse romande. Il a étudié lui-même 65.000 exemplaires, tant dans la nature qu'en aquarium. Il conclut à un polymorphisme héréditaire, nettement dépendant du milieu, et dont les belles séries figurées sur les six planches de l'ouvrage donnent quelque idée.

Les causes véritables de ces variations de la coquille sont pourtant difficiles à préciser. D'après J. Favre [**5**, p. 406], on ne peut guère invoquer l'étendue du lac, non plus que son orientation. Pour lui, l'un des principaux facteurs de variation serait l'*inclinaison des grèves*. En effet, les *L. stagnalis* vivant dans les régions littorales des grands lacs suisses, où les vagues se font sentir, ont une forme trapue, à spire courte et à très grande ouverture, tout au contraire de celles qui habitent les eaux stagnantes. On explique le fait par la nécessité pour l'animal de se coller fortement au fond, contractant par suite constamment son muscle columellaire : d'où la forme ramassée du corps, sur lequel se moule la coquille en croissance.

Ainsi, les vastes grèves à peine inclinées, provoquant le déferlement des vagues, présentent un milieu favorable à l'élaboration des types spécialisés. C'est le cas du Lac de Neuchatel et surtout du Lac de Constance (particulièrement dans la région orientale du Lac appelée Untersee) où se rencontrent des populations naines de Limnées dans des eaux très peu profondes, très agitées, où les conditions biologiques sont précaires. Dans le Léman, au contraire, où les rives sont ordinairement très inclinées, on ne rencontre que des formes peu adaptées.

4° Enfin, on peut rappeler les expériences de nanisme expérimental effectuées sur la *Limnea stagnalis*; les individus logés dans le plus grand volume d'eau acquièrent les plus grandes dimensions (cf. L. Cuénot [**2**, p. 303]).

Albert F. de Lapparent,
Docteur ès Sciences.

3. Large plaine inondée sur le cours inférieur du Danube, à l'Ouest de la Dobroudja.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

1. H. ALIMEN : Le Stampien du bassin de Paris. *Mém. Soc. géol. Fr.*, nouv. sér., n° 31 et *Thèse*, Paris, 1936.

1 *bis*. J. R. BOURGUIGNAT : Iconographie malacologique des animaux Mollusques fluviatiles du lac Tanganika, 1888.

2. L. CUÉNOT : La Genèse des espèces animales, pp. 116-137, 1921.

3. Abbé DUPUY : Histoire naturelle des Mollusques terrestres et d'eau douce qui vivent en France, 1847-1852.

4. J. Favre : Les Mollusques post-glaciaires et actuels du bassin de Genève. *Mém Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève*, vol. 40, fasc. 3, p. 171, 1927.

5. J. Favre : Histoire malacologique du lac de Genève. *Ibid.*, vol. 41, fasc. 3, p. 295, 1935.

6. P. Fischer : Manuel de Conchyliologie, 1887.

7. G. B. M. Flamand : Recherches géologiques et géographiques sur le Haut Pays de l'Oranie et sur le Sahara. *Thèse*, Lyon, 1911.

8. M. de Folin : Faune lacustre de l'ancien lac d'Ossegor. *Bull. Soc. de Borda à Dax*, t. IV, p. 37, 1879.

9. F. A. Forel : Le Léman. 3 volumes, 1892-1904.

10. Freydenberg : Le Tchad et le bassin du Chari. *Thèse*, Paris, 1908.

11. Garde : Description géologique des régions situées entre le Niger et le Tchad et à l'Est et au Nord-Est du Tchad. *Thèse*, Paris, 1910.

12. L. Germain : Recherches sur la faune malacologique de l'Afrique équatoriale. *Thèse*, Paris, 1909.

13. L. Germain : Origine de la faune fluviatile de l'Est africain. *Congrès internat. Zool. Monaco*, p. 559, 1914.

14. L. Germain : Mollusques terrestres et fluviatiles, *in* Faune de France, Office central de faunistique, nº 21-22, 1930-1931.

15. L. Germain : La faune malacologique du lac Tchad e des Pays Bas du Tchad. *Arch. Muséum Hist. Nat. Paris*, XII, p. 389, volume du Tricentenaire, 1935.

16. L. Germain : Mollusques fluviatiles du Tibesti, *in* Mission au Tibesti dirigée par M. Dalloni, t. II, p. 53, 1935.

17. A. F. de Lapparent : Etudes géologiques dans les régions provençales et alpines entre le Var et la Durance. *Bull. Carte géologique Fr.*, t. XL, nº 198 et *Thèse*, Paris, 1938.

18. A. F. de Lapparent : Etudes de Paléontologie stratigraphique sur les faunes continentales de Provence. *Mém. Soc. géologique Fr.*, nouv. sér., nº 35, 1938.

19. A. Locard : L'influence des milieux sur le développement des Mollusques. *Mém. Soc. Agric., Hist. nat. et Arts utiles de Lyon*. 1892.

20. Emm. de Martonne : Traité de Géographie physique, t. III, Biogéographie (avec collaboration de A. Chevalier et L. Cuénot). pp. 1364-1380, 1932.

21. P. Pelseneer : L'origine des animaux d'eau douce. *Bull. Acad. R. Belgique, Sciences*, p. 699-741, 1905.

22. P. Pelseneer : Essai d'Ethologie zoologique d'après l'étude des Mollusques. *Bull. Acad. R. Belgique, Sciences*, 1935.

23. L. Piaget : L'adaptation de la *Limnea stagnalis* aux milieux lacustres de la Suisse romande. *Rev. Suisse Zool.*, t. XXXVI, p. 263, 1929.

24. Rozkowski : Contribution à l'étude des Limnées du Lac Léman. *Rev. Suisse Zool.*, t. XXII, p. 457, 1914.

25. Fr. Sandberger : Die Land und Süsswasser-Conchylien der Vorwelt, 1870-1875.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Douglas Clark (C. H). — **The Fine structure of Matter.** (La structure fine de la Matière). *IIe Partie :* Polarisation moléculaire ; *IIIe Partie :* Théorie des quanta et spectres de raies. — *Chapman et Hall, éditeurs, Londres*, 1938. (*Prix de chaque volume, relié :* 15 *sh.*).

Les deux volumes que nous présentons ici au lecteur font suite à la Ire Partie (Rayons X et structure de la Matière) dont l'analyse a paru récemment dans nos colonnes. Ces deux volumes sont écrits dans le même esprit qui a inspiré le premier, c'est-à-dire sans grand souci de rigueur théorique, mais avec un heureux parti pris de simplicité et de clarté. La IIe Partie du Traité de Clark, qui traite des problèmes de polarisation moléculaire, s'adresse principalement aux chimistes et aux physiciens-chimistes. Ils y trouveront un exposé assez complet des recherches relatives à la constante diélectrique des liquides, des colloïdes et des solides, y compris la théorie aujourd'hui classique de Debye, et les rapports entre polarisation et réfraction moléculaire. A côté de ces indications générales, un chapitre spécial énumère les propriétés de dipole attachés aux différentes molécules inorganiques et organiques. La IIIe Partie du Traité de Clark traite de la théorie des quanta et des spectres atomiques. Il s'agit là d'un exposé relativement succinct de questions qui sont aujourd'hui bien mises au point et dont l'analyse a déjà été faite dans divers ouvrages spéciaux. M. Clark a su profiter de la façon la plus heureuse des synthèses qui ont été instituées avant lui, et il a su, dans un domaine touffu et très technique, se limiter aux considérations essentielles et aux exemples fondamentaux. A cet égard encore, son livre sera le bienvenu pour le physicien comme pour le chimiste, et rendra grand service aux chercheurs de laboratoire de toute nationalité.

Léon Bloch.

Mineur (Henri). — **Technique des Moindres Carrés.** *Fascicule II* des Monographies des probabilités, *publiées sous la direction de* M. E. Borel. — *Gauthier-Villars, édit. Paris*, 1938.

La méthode des moindres carrés est une méthode de calcul utilisée constamment en physique et dont le but est le suivant : Pour déterminer les valeurs de n grandeurs inconnues x_i, on dispose des résultats de N observations ($N > n$) donnant les valeurs numériques de N grandeurs ξ_i que l'on suppose liées linéairement aux inconnues. Les mesures de ces ξ_i comportant des erreurs, on obtient un système de N équations incompatibles soient

$$R_i = \xi_i - \Sigma_j a_j x_j = 0 \qquad (i = 1, \ldots, N; \quad j = 1, \ldots n).$$

La méthode des moindres carrés se propose d'en chercher les solutions qui rendent minimum l'expression

$$\Sigma_i R_i^2 = 0.$$

Cette méthode, pour être appliquée correctement notamment dans les calculs astronomiques et avec l'aide des machines à calculer, nécessite la connaissance d'une technique de la conduite des calculs. C'est ce que nous expose M. Mineur. En raison

du rôle essentiellement pratique qu'il se propose de faire remplir à cet ouvrage, son livre est divisé en deux parties.

Dans la première partie, la plus importante, M. H. Mineur nous décrit d'une façon directe les opérations qu'il faut réellement effectuer. Ce calcul comprend trois parties exposées en détail : Formation des équations normales, résolution des équations normales, vérification. Un exemple très détaillé donne toutes les feuilles de calcul auxquelles a donné lieu un problème de statistique stellaire.

La seconde partie plus restreinte donne la justification théorique des calculs indiqués dogmatiquement dans la première partie. G. P.

2° Sciences physiques

Debye (P.). — **Methoden zur Bestimmung der elektrischen und geometrischen Struktur von Molekulen.** — 34 *p. S. Hirzel, Leipzig,* 1937, *RM. 1,50.*

Cette plaquette qui reproduit la conférence faite par Debye à l'occasion de la remise du prix Nobel contient un excellent et pénétrant exposé des diverses méthodes pour la détermination de la structure électrique et géométrique des molécules, méthodes dont le principe remonte aux travaux de l'auteur parus en 1912. On peut résumer l'ensemble des considérations de Debye en disant que les méthodes physiques exposées dans cette plaquette ont fourni une confirmation brillante en ce qui concerne les vues sur l'arrangement dans l'espace des molécules, obtenues d'abord par une voie purement chimique.

T. Kahan.

Dupré La Tour (F.), *professeur à la Faculté de Médecine de Beyrouth.* — **Le Polymorphisme des acides gras.** — 1 *vol. in-8° de* 56 *pages avec* 18 *figures.* Collection des Actualités Scientifiques et Industrielles. *Hermann, Paris. (Prix : 14 fr.).*

L'auteur expose le résultat de recherches, restées pour la plupart inédites, relatives à la structure des acides organiques de la série grasse, mono ou diacides. On sait, depuis les études de Maurice de Broglie et Friedel, que les rayons X permettent de déceler une stratification régulière dans les couches minces, d'apparence amorphe, de beaucoup de corps gras : acides, savons, etc. Reprenant ces études, l'auteur a pu apporter un certain nombre de précisions fort intéressantes sur la structure moléculaire des acides gras, notamment en ce qui concerne les curieux phénomènes de polymorphisme qu'ils manifestent sous l'influence d'une variation de température.

Ce sont les diagrammes de poudres (méthode de Debye et Scherrer) qui permettent de déceler avec le plus de facilité, dans la plupart des cas, les modifications cristallines provoquées par un changement de température. Il faut pour cela, bien entendu, que la poudre puisse être maintenue à une température fixe et bien déterminée, ce qui nécessite l'emploi de thermostats d'une construction d'ailleurs relativement simple, sur lesquels l'auteur donne les précisions utiles.

Nous ne saurions entrer ici dans le détail des résultats fort importants établis par l'auteur au cours d'expériences conduites avec un rare souci de la précision. Mentionnons seulement que l'existence du polymorphisme des acides gras et un certain nombre de particularités de ce phénomène mises en évidence par l'auteur soulèvent des problèmes d'un grand intérêt théorique relativement à l'équilibre des molécules dans les cristaux. Par là, l'exposé de M. Dupré la Tour mérite d'attirer spécialement l'attention des Physiciens et des Chimistes à qui il pourra suggérer d'intéressants sujets de recherches.

A. Boutaric.

Gamow. — **Cinétique des réactions nucléaires.** — 1 *vol. in-8° des* Actualités Scientifiques et Industrielles, *de* 22 *pages avec* 3 *figures. Hermann, Paris* 1936. *(Prix : 8 fr.).*

Les idées actuelles conduisent à considérer le noyau des atomes comme constitué par un certain nombre de particules élémentaires lourdes, neutrons et protons, liées par des forces attractives intenses de nature encore inconnue. Dans certaines conditions, la rupture des liaisons nucléaires internes peut conduire à une désintégration et à la formation de nouveaux types de noyaux ayant le même nombre total de neutrons et de protons. C'est ce qui peut se produire sous l'influence de forces répulsives intenses entre les particules constituant un noyau de charge élevée ou encore à la suite de chocs violents entre deux noyaux.

L'auteur discute théoriquement les divers cas relatifs à ces deux groupes de phénomènes dans le cadre de la mécanique ondulatoire classique. En ce qui concerne les transformations spontanées, il envisage l'émission de neutrons, de protons, de particules α et de particules plus lourdes que les particules α. Dans le cas de transformations par choc entre deux noyaux, il étudie l'excitation par choc non élastique, la désintégration sans capture, la capture avec émission de rayonnement, les désintégrations de substitution et la pénétration par résonance.

Il paraît inutile d'insister sur l'intérêt que les considérations précédentes présentent pour notre connaissance de la structure des noyaux atomiques; elles constituent le développement et le prolongement de la belle théorie de la radio-activité élaborée par le même auteur, qui peut être regardée comme l'une des plus belles applications de la mécanique ondulatoire. A. Boutaric.

Gontcharoff (W.). — **Détermination des fonctions entières par interpolation.** — Actualités scientifiques et industrielles 465. *Exposés sur la théorie des fonctions publiés sous la direction de* P. Montel. VII. 1 *fasc. de* 50 *p. Paris,* 1937. *Hermann et Cie. édit.*

Ce fascicule rassemble quelques résultats, les uns classiques, les autres récents, relatifs à deux formules

d'interpolation : la formule de Newton qui utilise les valeurs de la fonction elle-même et la formule d'Abel qui en utilise les dérivées successives.

Après avoir exposé quelques propriétés générales relatives à la croissance des fonctions entières, et à la position des problèmes d'interpolation, l'auteur examine d'une part la formule de Newton et ses généralisations, notamment les travaux de Faber et de Gelfond, les résultats de Carlson-Nörhund, et d'autre part, la formule d'Abel et ses généralisations notamment au point de vue des questions de convergence et d'unicité. G. P.

Landi (A.). — **Principles of quantum Mechanics (Principes de Mécanique quantique).** — *1 vol. in-12 de 120 pages. Cambridge University Press, juillet* 1937 (*Prix, relié : 7 sh. 6*).

Le nom de M. Landé est un des plus connus parmi ceux des fondateurs de la Physique théorique moderne. Les hypothèses qu'il a formulées le premier sur la structure vectorielle de l'atome ont été confirmées d'une façon si brillante par tous les faits de la spectroscopie et du magnétisme qu'on est en droit de regarder les théorèmes de Landé comme les fondements les plus solides de la Mècanique quantique. Ce physicien allemand, que les événements ont transporté dans la chaire de Physique de l'Université d'Ohio, vient de publier en langue anglaise un petit livre qui porte la marque de l'originalité et de la puissance d'analyse de son auteur. Loin d'ajouter un exposé de plus à tous ceux que nous possédons déjà touchant le formalisme de la mécanique nouvelle, M. Landé s'en est pris aux idées fondamentales, quitte à négliger volontairement certaines questions dont l'importance ne lui échappe pas, telles que la théorie de l'électron de Dirac et le principe de Pauli. Son but essentiel a été de préciser plus rigoureusement qu'on ne l'avait fait avant lui l'exacte correspondance qui existe partout entre le point de vue corpusculaire et le point de vue ondulatoire. Chacun de ces points de vue est légitime en lui-même et conduit à une explication cohérente des faits, les deux explications obtenues de la sorte étant parfaitement compatibles et complémentaires. La confusion qui entache si souvent les exposés usuels commence lorsqu'on veut appliquer *à la fois* les deux modes d'explication. Il y a là un vice de méthode analogue à celui qui consisterait à étudier les forces de gravitation, qui sont des effets d'accélération, dans un système déjà accéléré. M. Landé explique avec une netteté absolue comment il faut éviter cette erreur. Il développe très simplement et sans grand calcul, en se fondant sur des exemples concrets, ce qu'il nomme le principe de *complémentarité*, puis le principe d'interférence de Schrödinger, le principe d'incertitude de Heisenberg, finalement le principe de correspondance de Bohr, auquel il faut toujours revenir si l'on veut faire la liaison concrète des idées nouvelles et des idées anciennes. Comme on le voit, ce petit livre est surtout un exposé de principes, mais un exposé dû à un savant de premier ordre, qui a su contribuer lui-même aux synthèses qu'il énonce. Nous sommes certain que ces indications suffiront à attirer à cet excellent ouvrage les lecteurs qu'il mérite. Léon Bloch.

3° Siecnces naturelles.

Etudes météorologiques sur l'Afrique Occidentale Française.

Le Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française continue la publication de sa belle série d'ouvrages si utiles à la connaissance de nos colonies africaines. Le n° 3 de la série B, qui vient de paraître, contient d'intéressantes études de MM. Foissy, Bougnol, Buroleau, Weise, Barberon, sur des points particuliers du climat de l'A. O. F., régime des vents, harmattan, visibilité, grains et grêle.

Ces mémoires font grand honneur à la nouvelle équipe de météorologistes coloniaux, qui, depuis quelques années, dans des conditions matérielles souvent difficiles, apportent une importante contribution à la science. Nous avons plaisir à signaler leurs fructueux efforts à nos lecteurs.

J. Rouch.

Combes (Raoul), *Professeur à la Sorbonne.* — **La vie de la cellule végétale : III. L'enveloppe de la matière vivante.** — *1 vol. in-16 de 216 p., 26 fig. A. Colin, édit. Paris* 1937 (*Prix 13 fr.*).

Cet excellent petit volume complète fort heureusement l'exposé si clair, si complet dans sa concision, du sujet indiqué par le titre général de l'ouvrage.

Dire qu'il présente au plus haut degré les qualités qu'on a pu apprécier dans les deux premiers tomes est le meilleur éloge qu'on en puisse faire et est suffisant.

Rappelons cette déclaration de l'auteur (Préface du tome II, p. 4) : « Il est souhaitable que la Biologie végétale s'affranchisse de tous ces reliquats finalistes qui ont contribué à retarder sa progression et qui, de plus, présentent le grave inconvénient de fausser les idées de ceux qui débutent dans l'étude de cette Science ». Il n'y a presque rien à y changer : seulement un mot (végétale) à supprimer. On doit regretter que, par respect pour des traditions scolastiques archaïques, contre lesquelles pourtant Claude Bernard s'est tant insurgé déjà, on parle encore de biologie « végétale » et « animale ».

Jean Delphy.

4° Sciences médicales

Baruk. (H.).— **Psychiatrie, médicale, physiologique et expérimentale** (Sémiologie thérapeutique). — *Editeur Masson.*

Le petit livre de Lhermitte prépare à la lecture du monumental ouvrage de H. Baruk. Ce subtil psychologue et cet ardent expérimentateur détruit magis-

tralement l'ancienne nosographie psychiatrique. Les maladies n'ont pas un contour arrêté. L'imagination des professeurs a modifié des cadres tout à fait artificiels. Il convient de rapprocher la psychiatrie de la médecine générale, j'ajouterai même de la biologie. Il y a des balancements viscéro-psychique, aussi bien que des balancements entre les syndromes psychiques et des syndromes vasculaires, digestifs, cardiaque... L'action et la pensée résultent d'une synthèse à chaque moment de la durée. La désagrégation de cette synthèse comporte une évolution constante dans ses grandes lignes : longtemps on peut noter des réactions de défense de la personnalité qui parvient à lutter contre la désorganisation mentale. Pas de fossé infranchissable entre les obsessions, les hallucinations type Clerambault et la schizophrénie. Inversement dans l'épilepsie et les tumeurs cérébrales on retrouve les syndromes psychiques dont jadis on faisait des entités. Ce livre est l'œuvre d'un chef de grande école médicale.

René Porak.

PSYCHO-PHYSIOLOGIE HUMAINE

Janet (Pierre). — **Les débuts de l'intelligence.** *Éditeur Flammarion.*

J'ai retrouvé dans ce livre le charme exquis des leçons de mon vénéré maître au Collège de France. La psychologie de Pierre Janet est une psychologie de la conduite. Les cycles neuro-moteurs sont enveloppés des nuances psychologiques qui les accompagnent. Les sentiments président à la régulation de la conduite. « La loi des sentiments c'est que le sentiment de l'effort conserve l'acte et empêche son arrêt, tandis que le sentiment de triomphe arrête définitivement l'action. Le premier sentiment tend vers le second et le sujet qui a une représentation de l'acte inachevé tend par son effort vers la consommation avec triomphe. Comme il arrive fréquemment, un acte nouveau se greffe sur un intervalle de l'exécution d'un acte ancien, l'acte de production (création des outils) se place dans ce passage entre la représentation de l'acte et sa consommation ». La « forme » dont on parle tant est une complication de la conduite du portrait si bien exposée par l'illustre psychologue dont nous analysons le remarquable travail.

R. P.

Lhermitte (Jean) — **Les mécanismes du cerveau.** — *Éditeur Gallimard.*

Dans ces dernières années les endocrines et le système nerveux végétatif étaient placés au premier plan par les médecins. On ne parlait plus du système nerveux central. Personne ne pouvait mieux remonter ce courant que Jean Lhermitte dont les travaux et les observations cliniques ont mis en avant l'activité propre des centres mésocéphaliques et bulbaires. Le sommeil, la cataplexie, l'oninisme sont rattachés à des mécanismes précis ayant un substratum anatomique enfin décelé. R. P.

Marbais (S.). — **Théorie cérébrale de l'Immunité de la maladie.** — *Éditeur Maloine.*

Si on met en contact un antigène spécifique avec la peau, on peut aussitôt observer, par suite d'une répercussion cérébrale : une chute de la pression cardiaque, une diminution de la force musculaire, une diminution de l'acuité visuelle... Par exemple, le contact de bacilles de Koch avec la peau d'un tuberculeux provoque une courte réaction hypotensive. Un sujet immunisé réagira au contraire par une courbe d'hypertension. Nous qui cherchons dans cette revue à faire connaître toutes les recherches sur le diagnostic des maladies à leur début nous ne pouvions manquer de citer ce travail important et de féliciter le Dr Marbais.

Ce travail fait suite au volume écrit par le même auteur et qu'ej'ai analysé dans cette revue en 1934.

R. P.

Guillet (Léon), *de l'Institut.* — **La Métallurgie et les Mines.** — *1 vol. in-8°, 227 p.-phot. Collection* « La France Vivante ». *De Gigord, édit. Paris* 1937.

Voici deux cents pages qui se lisent d'une seule traite; c'est la description des grands centres des productions houillère et métallurgique françaises qui est mise sous nos yeux. Le livre s'ouvre sur « le charbon français » et les sous-produits de la distillation de la houille, notamment les produits et engrais azotés; vient, ensuite, la métallurgie du fer, traitée comme une fresque grandiose où le savant, l'ingénieur, l'ouvrier ont la place qui leur revient au milieu de la plus puissante des machineries industrielles; quelques chapitres sur le cuivre, le plomb, le zinc, l'aluminium, le nickel nous conduisent à l'étude des métaux précieux et l'ouvrage proprement dit s'achève par des considérations sur le rôle de la Science et des laboratoires dans la métallurgie, sur les services rendus par la métallurgie à toutes les industries. Cependant notre lecture ne nous satisferait pleinement si nous ne trouvions pour clore cet ouvrage les pages que l'homme de bien qu'est M. Léon Guillet n'a pas manqué d'écrire sur les œuvres sociales réalisées par les compagnies minières et métallurgiques, parfois, d'ailleurs, *depuis fort longtemps.* Citons quelques chiffres. Par exemple, pour l'ensemble des houillères françaises 150.000 ouvriers logés, soit la moitié de l'effectif total; pour les usines métallurgiques de l'Est, même proportion d'ouvriers logés. Création d'un sanatorium en Dauphiné par « l'association métallurgique et minière contre la tuberculose »; création de jardins ouvriers, de sociétés artistiques et sportives, de groupes scolaires, d'ouvroirs, d'hôpitaux, construction d'églises, etc... Voici donc un livre qui expose des faits réconfortants et qui donne confiance en l'avenir de nos industries métallurgiques et minières, il convient d'en encourager la lecture.

M. R.

6° Divers.

Lourbet (Jacques). — **Le soleil et la vie.** — *Bibliothèque de Philosophie sociale, St-Girons Arriège.*

Apologie du Soleil et critique virulente contre l'emploi thérapeutique des rayons ultra-violets.

R. P.

Mikhailov (Nicolas). — **Nouvelle Géographie de l'U. R. S. S.**

A en croire l'auteur de ce livre, la Russie serait le paradis des géologues et des botanistes. Houille et pétrole ont été découverts dans de vastes étendues en Sibérie.

Les bords marécageux au nord-ouest de la mer Noire sont asséchés et donnent tous les produits subtropicaux. Les déserts s'ouvrent à l'élevage.

R. P.

Une culture et une industrie planifiées triomphent de la toundra polaire.

Aux endroits mêmes où la betterave est introduite, aussitôt une industrie sucrière se développe... Les mers glaciales laissent passer les convois de bois sibériens.

Des déductions rationnelles et des applications aux découvertes scientifiques transforment la géographie de l'U. R. S. S. Ce livre est une apologie et ne laisse pas voir le revers de la médaille. R. P.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Novembre 1938.

1° Sciences mathématiques. — **S. Mazur** : *Quelques propriétés caractéristiques des espaces enclidiens.* — **A. Kolmogoroff** : *Une généralisation de l'inégalité de M. J. Hadamard entre les bornes supérieures des dérivées successives d'une fonction.* — **V. G. Avakumovic** : *Sur l'inversion d'un procédé de sommabilité avec application.* — **E. Szpilrajn** : *Ensembles indépendants et mesures non séparables.* — **Godefroy** : *Sur la stabilité des files de tourbillons.* — **J. Kampé de Fériet, A. Martinot-Lagarde et G. Rollin** : *Appareil permettant de déterminer le module et la direction de la vitesse dans un fluide.* — **H. Mineur** : *L'équilibre statistique des amas d'étoiles à trois axes inégaux.*

2° Sciences physiques. — **Louis Roy** : *Sur les actions électriques dans un système de corps isotropes.* — **H. Deslandres** : *Application à des molécules intéressantes de l'analyse nouvelle des spectres moléculaires.* L'auteur a appliqué sa méthode aux composés P Cl^3 et P Cl^5. Il en résulte que P Cl^5 liquide doit correspondre aux arrangements P Cl^2 Cl^3 et P Cl — Cl^4, et P Cl^5 solide à P Cl^3 — Cl^2. Quant à la position des atomes et groupes d'atomes dans ces arrangements, l'analyse nouvelle indique que les atomes de chaque groupe sont plus rapprochés que le sont les groupes eux-mêmes. — **A. Marcellin** : *Nouvelles observations sur l'augmentation de la viscosité dans une huile minérale reposée.* — **B. Kwal** et **M. Lesage** : *Sur un mode d'emploi des numérateurs ordinaires pour compter des phénomènes à succession rapide.* — **J. Catala** et **J. Cluzel** : *Etude spectrophotométrique de l'hydrolyse lente des sels ferriques.* — **C. Jausseran** : *Sur le spectre d'absorption de l'image photographique développée.* Les expériences montrent combien on est peu fondé à considérer comme identiques deux plages ayant la même densité pour une certaine longueur d'onde. Ainsi, des plages de même densité en lumière visible peuvent présenter de grandes différences dans la région de la bande de transparence de l'argent. — **V. Dolejsek** et **M. Rozsival** : *Sur une méthode de focalisation utilisant le couteau de Seemann.* **J. Orcel** et Mlle **S. Caillère** : *Nouvelles observations sur les transformations des prochlorites magnésiennes sous l'action de la chaleur.* Les auteurs ont suivi les transformations du minéral par l'analyse cristalline au moyen des rayons X. Ils confirment la production de péridot et de spinelle et signalent celle de sillimanite, mais n'ont pas reconnu la formation de magnésie libre ni de grenat.

Séance du 7 Novembre 1938.

M. le Président annonce le décès de M. **G. Urbain**, membre de la Section de Chimie. — La Section de Zoologie et Anatomie présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. F. Mesnil ; 1° M. **P. Wintrebert** ; 2° MM. **R. Anthony, Ch. Champy, Ed. Chatton, L. Fage** et **Et. Rabaud.**

1° Sciences physiques. — **L. Pasqualini** : *Sur un cas d'extension d'une propriété à la totalité d'un ensemble.* — **M. Brelot** : *Sur le potentiel et les suites de fonctions sous-harmoniques.* — **M. Brillouin** : *Instabilité inévitable d'un liquide pesant qui tourne, sans mouvement relatif, avec un noyau solide qu'il entoure. Conséquences océanographiques et géodésiques.* — **R. Duchêne** et **A. Martinot-Lagarde** : *Sur la vitesse moyenne en suivant le mouvement dans un fluide en écoulement turbulent.* — **E. J. Gumbel** : *Le débit de crue médian au cours des années.* — **G. Garcia** : *Le problème général de la Balistique extérieure. Troisième et quatrième approximations.* — **P. Lejay** : *Mesures de gravité aux Iles Philippines.*

2° Sciences physiques. — **A. Cotton** : *Sur la mesure optique des courants continus très intenses.* L'auteur montre que le champ magnétique qui existe autour des grosses barres d'Al ou de Cu où circulent de forts courants est assez intense pour qu'on puisse mesurer ces courants en mettant à profit le phénomène de la rotation

magnétique découvert par Faraday. — **B. Tsaï** : *Nouveau procédé pour la mesure des courants intenses.* Il est basé sur le fait que la circulation du champ autour d'un conducteur parcouru par un courant I est égale à 4π I. Si l'on prend un solénoïde flexible lié à un fluxmètre et qu'on note la déviation de celui-ci lorsque le solénoïde, dont les extrémités se touchent, entoure le conducteur et lorsqu'il forme une autre boucle fermée qui n'enferme pas le conducteur, on obtient immédiatement la valeur du courant I. — **A. Blondel** : *Sur l'application des équations de Maxwell des transformateurs à des circuits imparfaitement couplés par noyaux de fer ; réglage à la résonance de basse fréquence.* — **L. Roy** : *Sur les actions électrostatiques dans un système de corps isotropes.* — **G. Badarau** : *Sur le passage des corpuscules à travers des barrières de potentiel coulombien.* — **P. van Rysselberghe** : *La généralisation des potentiels thermodynamiques déduite de l'affinité.* — **J. Béthenod** : *Sur l'entretien du mouvement d'un pendule au moyen d'un courant alternatif de fréquence élevée par rapport à sa fréquence propre.* — **J. Thibaud** et **P. Comparat** : *Les groupes discrets de particules émis au cours de la désintégration de l'azote par les neutrons rapides.* Le nombre des niveaux est plus élevé qu'on ne l'avait cru, et l'étude des désintégrations produites par les neutrons rapides peut conduire à une véritable spectrographie nucléaire. — **P. Ehrenfest jr** et **A. Fréon** : *Désintégration spontanée des mésotons, particules composant le rayonnement cosmique pénétrant.* Les résultats des recherches des auteurs sont en désaccord avec les formules de Yukawa quand on attribue à la masse des particules la valeur $m_\mu = 200\ m_0$. — **B. Pontecorvo** : *Sur un rayonnement mou émis lors de la capture des neutrons par les noyaux.* Les rayonnements très absorbables observés, composés d'électrons, sont probablement émis par conversion interne au cours des différentes transitions qui portent dans son état fondamental le noyau ayant capturé le neutron. — **C. Magnan** : *Sur la mesure des rayonnements γ de grandes fréquences par la méthode des paires de matérialisation.* — **P. Lacombe** et **G. Chaudron** : *Etude par rayons X du revenu de la solution solide Al-Mg.* La décomposition de la solution solide pure Al-Mg ne s'accompagne pas d'un durcissement structural proprement dit appréciable. — **Cl. Duval** et **G. Mazars** : *Recherche des halogènes à la touche.* Analyse microqualitative en 4 opérations. — **H. Clément** : *Sur le magnésien du bromopentaméthylbenzène.*

Séance du 14 Novembre 1938.

M. **P. Wintrebert** est élu membre de la Section d'Anatomie et Zoologie.

1° Sciences mathématiques. — **G. Calugaréano** : *Sur les invariants de prolongement des fonctions analytiques régulières à l'infini.* — **M. Hibbert** : *Courbes d'égal module des fonctions entières.* — **L. Reingold** : *Calcul de la température de combustion moyenne théorique et de la pression correspondante.* L'auteur définit et calcule une température moyenne théorique instantanée de combustion, pour un moteur fonctionnant en régime normal, combustion en phase homogène. — **D. Barbier, D. Chalonge, F. Schahmanèche** et Mlle **N. Morguleff** : *Sur la discontinuité de Balmer dans le spectre des étoiles supergéantes des types B, A, F.* Pour les types Bo et B1, la discontinuité des supergéantes est du même ordre de grandeur que celle des étoiles normales. A partir de B2 jusqu'à un type compris entre A2 et Fo, toutes les supergéantes ont une discontinuité très nettement inférieure à celle des étoiles normales ; pour les étoiles F (à l'exception de ρ Pupp), c'est l'inverse qui se produit. — **V. Frolow** : *Les marégraphes des Etats-Unis. Faits et hypothèses.*

2° Sciences physiques. — **R. Lucas** : *Sur la dilatation thermique des liquides.* Il existe une liaison entre la dilatation thermique des liquides et leurs propriétés de viscosité. L'eau lourde présente une dilatation thermique négative pour $T < 11°$ C. On peut par suite prévoir qu'au voisinage de la température ambiante la viscosité de ce liquide doit diminuer lors d'une augmentation de pression. — **L. Quevron** : *Intégrateur d'énergie rayonnante* Cet appareil comprend un récepteur qui transforme l'énergie électrique en énergie rayonnante, et un fluxmètre qui joue le rôle d'intégrateur. — **P. Barchewitz** et **M. Parodi** : *Spectres d'absorption des monosubstitués du benzène dans l'infrarouge lointain, de 180 à 600 cm^{-1} (17 à 55 μ).* — **M. Servigne** : *Sur l'émission infrarouge de luminescence de quelques éléments rares.* Le néodyme, le terbium, l'holmium, l'erbium et le thulium n'ont pas d'émission infra-rouge caractéristique ; le samarium, l'europium et le dysprosium donnent des raies et bandes étroites. — **P. Auger** : *Etude des grandes gerbes de rayons cosmiques à 3500 m. d'altitude.* Les grandes gerbes se comportent comme des gerbes en cascades déterminées depuis leur entrée dans l'atmosphère par des électrons de très grande énergie ($> 10^{12}$ eV) et contenant une composante capable de traverser plus de 10 cm. de plomb. — **J. Solomon** : *Sur la théorie statistique des noyaux.* L'applicabilité de la méthode de Thomas-Fermi pour les noyaux assez légers semble des plus douteuses. — **V. Dolejsek, J. Backovsky** et **J. Faus** : *Essai sur la structure hyperfine des raies X.* — **R. Audubert** : *Application de la théorie de Debye-Hückel au titrage d'un sol de mastic.* Pour cette catégorie de sols, on obtient une assez bonne concordance entre la théorie et l'expérience, ce qui montre que la théorie de Debye Huckel permet de calculer la variation de la charge en fonction de la réaction du milieu, dans un certain domaine de pH où la théorie est valide. — **H. Moureu** et **G. Wetroff** : *Sur la formation et la polymérisation du radical phosphonitrile PN.* Les auteurs ont confirmé par l'expérience l'hypothèse que le radical phosphonitrile PN peut bien se former par voie purement thermique en unissant l'azote à la vapeur de phosphore à température convenable. — **M Tiffeneau** et Mlle **B. Tchoubar** : *Action des halogénures de magnésium à l'état d'éthérates sur les époxydes.* — **Y. Deux** : *Sur l'isomérisation de l'oxyde de diméthylvinyléthylène en diméthyl-2-2-butène-3al. Migration du radical vinyle.* — **J. Hoch** : *Contribution à l'étude des substances à effet hormonique femelle. Sur la synthèse des deux oxocyclopenténo-1. 2-phénanthrènes.* — **A. Meyer** et **H. Drutel** : *Sur la formation de colorants du groupe des isocyanines par condensation intermoléculaire des 4-chloroquinaldines.* — **G. Vavon** et **P. Montheard** : *Sur la vitesse de formation des oximes, phénylhydrazones et semicarbazones des aldéhydes-phénols* Les auteurs mettent en évidence la grande influence accélératrice des groupes OH et CH^3 quand ils sont voisins de la fonction aldéhyde.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 1-39.